



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3

INDRIANI RETY HABSARI
NRP. 10111410000043

Dosen Pembimbing :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT
NIP. 19770218 200501 2 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT (RC 146599)

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN - PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION 2 AND 3

INDRIANI RETY HABSARI
NRP. 10111410000043

Supervisor :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT
NIP. 19770218 200501 2 002

DIV STUDY PROGRAM IN CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3

INDRIANI RETY HABSARI
NRP. 10111410000043

Dosen Pembimbing :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT
NIP. 19770218 200501 2 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018



FINAL PROJECT (RC 146599)

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN - PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION 2 AND 3

INDRIANI RETY HABSARI
NRP. 10111410000043

Supervisor :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT
NIP. 19770218 200501 2 002

DIV STUDY PROGRAM IN CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
PASURUAN – PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3**

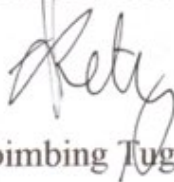
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Terapan pada
Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

INDRIANI RETY HABSARI

NRP 10111410000043



Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Surabaya, Juli 2018

Dosen Pembimbing II


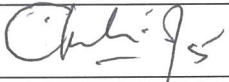
Dosen Pembimbing I






26 JUL 2018

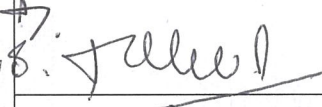
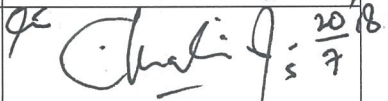
Amalia Firdaus M, ST., MT Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19770218 200501 2 002 NIP. 19541002 198512 1 001

	BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda : 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018
		Tanggal : 13 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3		
Nama Mahasiswa	Indriani Rety Habsari	NRP	10111410000043
Dosen Pembimbing 1	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<div></div>	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001
<div></div>	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002
<div><p>- Tampilkan BOK yg ekonomis dalam bentuk grafik ✓</p><p>- Hitung nisba jalan dan nisba biaya perjalanan ✓</p><p>- Cantumkan Tabel BEP masing2 seksi ✓</p><p>- Tambahkan Grafik BEP.</p></div>	Ir. A. Faiz Hadi P, MS NIP 19630310 198903 1 004
<div><p>= Gambar teknis supaya diperbaiki. ✓</p><p>- Kumpulkan data yang manfaat beradanya ✓</p><p>= Tabel selanjutnya sudah keputusan, ukuran surat/amplop diperbaiki.</p></div>	Dr. Machsus, ST. MT NIP 19730914 200501 1 002

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
			
Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002	Ir. A. Faiz Hadi P, MS NIP 19630310 198903 1 004	Dr. Machsus, ST. MT NIP 19730914 200501 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		
	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT NIP 19770218 200501 2 002



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. INDRIANI RETY HABSAARI 2
NRP : 1. 10111410000043 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
 PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3
Dosen Pembimbing : 1. Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
 2. AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	22 Feb 2018	- Pemilihan rute menggunakan metode kurva diversi	<i>[Signature]</i>			
2	12 Maret 2018	- Kecepatan jalan nasional setiap tahun dipengaruhi DS dan Volume		B	C	K
		- Pelajari kurva diversi	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cari data pertumbuhan jumlah kendaraan atau referensi jika menggunakan data PDRB		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	28 Maret 2018	- Pemilihan rute menggunakan kurva diversi				
		- Cost = biaya pembangunan + pemeliharaan (1-3%) + pembebasan lahan	<i>[Signature]</i>	B	C	K
		- Dibuat 2 Skenario: perseksi (2 & 3) dan digabung.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	12 April 2018	- Status pembebasan lahan? hak milik/ hak guna bangunan				
		- Cari tarif tol yang ada sekarang untuk perbandingan	<i>[Signature]</i>	B	C	K
		- Prediksi volume lalu lintas yang melalui jalan tol		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 INDRIANI RETY HABSARI 2
NRP : 1 10111410000043 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALANTOL
 PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3
Dosen Pembimbing : Ir. DJOKO SULISTIONO

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	20 April 2018	- Coba hitung FYRR (tingkat pengembalian pada tahun pertama)	<i>[Signature]</i>			
		- Lanjutkan menulis narasi		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	24 Mei 2018	- Cek biaya pemeliharaan menggunakan perkiraan 1% dari biaya konstruksi	<i>[Signature]</i>			
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	29 Juni 2018	- Cek biaya pemeliharaan menggunakan perkiraan 1% dari biaya konstruksi				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 INORIANI RETY HABSAKI 2
NRP : 1 1011410000043 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
 PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3

Dosen Pembimbing : AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	1 Maret 2018	Rencana daftar isi				
		- BAB 4 → data				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	23 Maret 2018	- Data di BAB 4 sudah siap dipakai di BAB 5		B	C	K
		- Gambar lokasi survey kurang jelas dan tambahkan sumber		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	17 April 2018	- Semua rumus yang digunakan muncul di BAB 2		B	C	K
		- Semua tabel dan grafik harus ada penjelasan (BAB 5)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tabel komponen BOK ditambahkan sumber				
		- Penjelasan pemilihan merk pada komponen BOK		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 INDRIANI KETY HABSAKI 2
NRP : 1 10111410000043 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL
 PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3

Dosen Pembimbing : AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST., MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4.	27 April 2018	- Bunakan mendeley → format				
		- penulisan tugas akhir				
		- Sumber → ditambahkan tahun pengambilan data.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	18 Mei 2018	- Lanjutkan analisa kelayakan teknik				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	24 Mei 2018	- Perbedaan analisa ekonomi dan finansial				
		- ditabelkan saat presentasi.				
		- Tambahan saran : perlu ditinjau secara keseluruhan dibanding per seksi.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tabelkan BOK dan Nilai waktu without project.				
		- Keterangan gambar lebih diperjelas,				
		per-seksi, jalan nasional dan jalan tol.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tambahkan penjelayan volume lalu lintas.				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN – PROBOLINGGO SEKSI 2 DAN 3

Nama Mahasiswa	: Indriani Rety Habsari
NRP	: 10111410000043
Departemen	: Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP	: 19541002 198512 1 001
Dosen Pembimbing 2	: Amalia Firdaus M, ST., MT
NIP	: 19770218 200501 2 002

Abstrak

Proyek pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 merupakan salah satu proyek strategis nasional yang ada di Jawa Timur. Proyek strategis nasional yang digagas oleh pemerintah ini dimaksudkan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Saat ini, jalan nasional Pasuruan – Probolinggo sebagai jalan yang dominan dilalui pengendara menuju ke bagian timur Jawa Timur seperti Banyuwangi, hanya memiliki 2 lajur, disamping itu kendaraan yang melaluinya semakin meningkat sehingga terjadi kemacetan. Oleh karena itu dilakukan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kelayakan dari proyek pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ditinjau dari segi teknik, ekonomi dan finansial.

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, diperlukan data primer dan data sekunder. Analisa kelayakan teknik dilakukan dengan menghitung kontrol alinyemen horizontal. Analisa kelayakan ekonomi menghitung nilai penghematan dari biaya operasioanl kendaraan (BOK) menggunakan metode PCI, nilai waktu tempuh (time value) dengan harga dasar menggunakan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Benefit Cost Ratio (BRCe), Net Present Value (NPVe) dan Economic Internal Rate of Return (EIRR), sedangkan analisa kelayakan finansial

menggunakan metode Benefit Cost Ratio (BRCf), Net Present Value (NPVf), Financial Internal Rate of Return (FIRR) dan Payback Period.

Analisa kelayakan teknik berupa kontrol alinyemen horizontal telah memenuhi dengan jari-jari tikungan minimum 590,55 m. Dari analisa kelayakan ekonomi, diperoleh nilai BCR_e = 2,66, nilai NPV_e = Rp 6.169.069.688.234 dan EIRR = 18,93%. Untuk analisa kelayakan finansial, diperoleh tarif tol 70% dari BKBO, nilai BCR_f = 1,31, nilai NPV_f = Rp 1.149.857.423.346, FIRR = 10,14% dan Payback period pada tahun ke 25 setelah jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 beroperasi. Dari hasil analisa di atas, dinyatakan bahwa pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak dilaksanakan.

Kata Kunci : Jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3, analisa kelayakan teknik, ekonomi dan finansial.

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN – PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION 2 AND 3

Name of student	: Indriani Rety Habsari
NRP	: 10111410000043
Department	: Civil Infrastructur Engineering
Counselor lecturer 1	: Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP	: 19541002 198512 1 001
Counselor lecturer 2	: Amalia Firdaus M, ST., MT
NIP	: 19770218 200501 2 002

Abstract

Section 2 and 3 of the Pasuruan – Probolinggo toll road construction are one of the national strategic projects in East Java. This national strategic project which is initiated by the government is intended to improve Indonesia's economic growth. Currently, the Pasuruan – Probolinggo national road, which is the most commonly used way by people heading to east side of East Java like Banyuwangi, only has 2 lanes. Besides, the amount of vehicles through it keeps on increasing that is causing traffic jam. Therefore, the government is building the Pasuruan – Probolinggo toll road. The purpose of this thesis is to know the feasibility of the section 2 and 3 of the Pasuruan – Probolinggo toll road construction project in terms of technical, economic and financial.

To complete this thesis, primary data and secondary data are needed. The technical feasibility analysis can be done by calculating the control of horizontal alignment. The economic feasibility calculate the savings from vehicle operating costs (VOC) using PCI method, time value with base price using Gross Regional Domestic Bruto (PDRB), Benefit Cost Ratio (BCRe), Net Present Value (NPVe) and Economic Internal Rate of Return (EIRR), while the financial feasibility analysis is using Benefit Cost Ratio (BCRf), Net Present Value (NPVf) and Financial

Internal Rate of Return (FIRR) and Payback Period.

Technical feasibility analysis in the form of horizontal alignment control has fulfilled the minimum bend radius of 590.55 m. From the economic feasibility analysis, obtained value of $BCR_e = 2,66$, the value of $NPV_e = \text{Rp } 6.169.069.688.234$ and $EIRR = 18,93\%$. For financial feasibility analysis, obtained 70% toll rate of BKBOK, BCR_f value = 1,31, NPV_f value = $\text{Rp } 1.149.857.423.346$, $FIRR = 10,14\%$ and Payback Period in the 25th year after Pasuruan – Probolinggo toll road section 2 and 3 operates. From the analysis above, it is state the construction of Pasuruan - Probolinggo toll road section 2 and 3 are feasible.

Key words : Section 2 and 3 of Pasuruan – Probolinggo roll road, the technical, economic and financial feasibility analysis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 2 dan 3”** ini dengan baik dan lancar. Segala hambatan dan rintangan yang telah penulis alami dalam proses penyusunan tugas akhir ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman berharga untuk meningkatkan kinerja penulis selanjutnya.

Terwujudnya laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Siti Habsah dan Ayah Achmad Adrai selaku orang tua yang selalu membantu, baik secara moral maupun material.
2. Ir. Djoko Sulistiono, M.T dan Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT, selaku dosen pembimbing, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
3. PT. Trans-Jawa Paspro Jalan Tol yang telah membantu penulis untuk memperoleh data sekunder.
4. Teman-teman kelas A 2014, sahabat dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari, bahwa dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan koreksi dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Peta Lokasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Karakteristik Jalan.....	7
2.1.1. Klasifikasi Jalan	7
2.1.2. Kelas Jarak Pandang.....	10
2.1.3. Tipe Meda Jalan	10
2.1.4. Tipe Alinemen Jalan.....	10
2.1.5. Hambatan Samping	11
2.2. Karakteristik Lalu Lintas.....	12
2.2.1. Ekuivalen Kendaraan Ringan (ekr)	12
2.2.2. Kapasitas	13

2.2.3.	Volume Lalu Lintas	15
2.2.4.	Derajat Kejenuhan	15
2.3.	Jalan Tol	16
2.3.1.	Ketentuan Umum.....	16
2.3.2.	Maksud dan Tujuan Penyelenggaraan Jalan Tol .	17
2.2.3.	Syarat Teknis Jalan Tol	17
2.2.4.	Perencanaan Umum Jalan Tol	17
2.2.5.	Pendanaan Jalan Tol	18
2.2.6.	Pengguna Jalan Tol.....	18
2.2.7.	Tipe Jalan Tol	18
2.3.	Tarif Tol.....	19
2.3.1.	Pertimbangan Penentuan Tarif Tol	19
2.3.2.	Cara Pemungutan Tarif Tol	20
2.4.	Perhitungan Lalu Lintas.....	20
2.4.1.	Umur Rencana	21
2.4.2.	Pertumbuhan Lalu-Lintas	21
2.5.	Model Pemilihan Rute	22
2.5.1.	Model Kurva Diversi	22
2.6.	Analisa Kelayakan Teknik.....	23
2.6.1.	Standar Bentuk Tikungan	24
2.6.2.	Jari-Jari Tikungan	26
2.6.3.	Lengkung Peralihan	27
2.7.	Analisa Kelayakan Ekonomi	33
2.7.1.	Biaya Operasional Kendaraan	33
2.7.2.	Nilai Waktu Tempuh	38

2.7.3.	Benefit Cost Ratio (BCRe).....	39
2.7.4.	Net Present Value (NPVe).....	39
2.7.5.	Economic Internal Rate of Return (EIRR)	40
2.8.	Analisa Kelayakan Finansial	41
2.8.1.	Benefit Cost Ratio (BCRf)	42
2.8.2.	Net Present Value (NPVf)	42
2.8.3.	Financial Internal Rate of Return (FIRR).....	42
2.8.4.	Payback Period	43
BAB III METODOLOGI		45
3.1.	Tahap Pengerjaan	45
3.1.1.	Identifikasi Masalah	45
3.1.2.	Studi Literatur.....	45
3.1.3.	Pengumpulan Data	46
3.1.4.	Analisa Volume dan Pertumbuhan Lalu Lintas...47	
3.1.5.	Model Pemilihan Rute.....	47
3.1.6.	Analisa Kelayakan Teknik	47
3.1.7.	Analisa Kelayakan Ekonomi	47
3.1.8.	Analisa Kelayakan Finansial	48
3.1.9.	Kesimpulan.....	48
3.2.	Bagan Alir	49
BAB IV DATA DAN ANALISIS.....		51
4.1.	Data Jalan Tol.....	51
4.2.	Data Jalan Lama (Eksisting).....	51
4.3.	Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).....	52
4.4.	Data Lalu Lintas	54

4.4.1	Analisa Peramalan (<i>Forecasting</i>) Volume Lalu Lintas <i>Without Project</i>	57
4.4.2	Analisa Kinerja Jalan Eksisting <i>Without Project</i>	65
4.5.	Pemilihan Rute	71
4.5.1.	Analisa Peramalan (<i>Forecasting</i>) Volume Lalu Lintas <i>With Project</i>	75
4.6.	Inflasi Bank Indonesia.....	91
4.7.	Biaya Investasi.....	92
4.8.	Komponen Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	93
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		95
5.1.	Analisa Kelayakan Teknik.....	95
5.1.1.	Jari-Jari Tikungan	95
5.1.2.	Bentuk Tikungan	95
5.2.	Analisa Kelayakan Ekonomi	100
5.2.1.	Biaya Operasional Kendaraan	100
5.2.2.	Nilai Waktu (<i>Time Value</i>).....	115
5.2.3.	Analisa <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	122
5.2.4.	Analisa <i>Net Present Value</i> (NPV)	125
5.2.5.	Analisa <i>Economic Internal Rate of Return</i> (EIRR)	126
5.3.	Analisa Kelayakan Finansial	126
5.3.1.	Tarif Tol.....	127
5.3.2.	Analisa <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	128
5.3.3.	Analisa <i>Net Present Value</i> (NPV)	130
5.3.4.	Analisa <i>Financial Internal Rate of Return</i> (FIRR)..	131
5.3.5.	Analisa <i>Payback Period</i>	132

BAB VI PENUTUP	135
6.1. Kesimpulan.....	135
6.2. Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	137
LAMPIRAN	139

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas jarak pandang (KJP)	10
Tabel 2.2 Tipe medan jalan	10
Tabel 2.3 Tipe alinemen	11
Tabel 2.4 Kelas hambatan samping	11
Tabel 2.5 Ekr untuk jalan 4/2T dan 4/2TT	12
Tabel 2.6 Ekr untuk JBH 4/2T	12
Tabel 2.7 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2	13
Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{LJ})	13
Tabel 2.9 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{PA})	14
Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS})	14
Tabel 2.11 Kapasitas dasar JBH	15
Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lajur lalu lintas (FC_{LJ})	15
Tabel 2.13 Golongan jenis kendaraan bermotor	18
Tabel 2.14 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R	27
Tabel 2.15 Ls min berdasarkan waktu perjalanan	28
Tabel 2.16 Ls min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan	29
Tabel 2.17 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum	29
Tabel 2.18 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{\max} = 10\%$)	31
Tabel 2.19 Rumus menghitung BOK di jalan tol	34
Tabel 2.20 Rumus menghitung BOK di jalan non tol	36
Tabel 4.1 PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan (Ribu Rupiah)	52
Tabel 4.2 PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Miliar Rupiah)	52
Tabel 4.3 Laju Pertumbuhan PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan	53
Tabel 4.4 Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan	53

Tabel 4.5 Jadwal Survai <i>Traffic Counting</i>	54
Tabel 4.6 Lalu lintas harian jalan nasional Pasuruan - Probolinggo tahun 2016	57
Tabel 4.7 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan <i>Without Project</i> Segmen Nguling – Tongas	58
Tabel 4.8 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan <i>Without Project</i> Segmen Tongas - Ketapang	60
Tabel 4.9 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan <i>Without Project</i> Segmen Probolinggo - Lumajang	61
Tabel 4.10 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan <i>Without Project</i> Segmen Probolinggo - Kraksaan	63
Tabel 4.11 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo <i>Without Project</i> Dalam Kendaraan/Jam Tahun 2016	65
Tabel 4.12 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo <i>Without Project</i> Dalam skr/jam Jam Tahun 2016	66
Tabel 4.13 DS <i>Without Project</i> Segmen Nguling - Tongas	67
Tabel 4.14 DS <i>Without Project</i> Segmen Tongas - Ketapang	68
Tabel 4.15 DS <i>Without Project</i> Segmen Probolinggo - Lumajang	69
Tabel 4.16 DS <i>Without Project</i> Segmen Probolinggo - Kraksaan	70
Tabel 4.17 OD Survei Segmen Grati - Tongas	71
Tabel 4.18 OD Survei Segmen Tongas - Probolinggo Barat	71
Tabel 4.19 OD Survei Segmen Probolinggo Barat - Probolinggo Timur	72
Tabel 4.20 Rekap Hasil OD Survei	72
Tabel 4.21 Kecepatan Kendaraan	73
Tabel 4.22 Perhitungan Logit-Binomial Untuk Golongan I	74
Tabel 4.23 Prosentase kendaraan pindah ke jalan tol	75
Tabel 4.24 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2	76
Tabel 4.25 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 3	78
Tabel 4.26 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan <i>With Project</i> Jalan Nasional Segmen Nguling - Tongas	80

Tabel 4.27 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Tongas - Ketapang.....	81
Tabel 4.28 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Probolinggo - Lumajang.....	83
Tabel 4.29 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Probolinggo - Kraksaan.....	84
Tabel 4.30 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo <i>With Project</i> Dalam skr/jam Jam Tahun 2019.....	86
Tabel 4.31 DS <i>With Project</i> Segmen Nguling - Tongas	87
Tabel 4.32 DS With Project Segmen Tongas- Ketapang	88
Tabel 4.33 DS With Project Segmen Probolinggo - Lumajang ..	89
Tabel 4.34 DS With Project Segmen Probolinggo - Kraksaan....	90
Tabel 4.35 Data Inflasi	91
Tabel 4.36 Biaya Konstruksi Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	92
Tabel 4.37 Biaya Pemeliharaan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	92
Tabel 4.38 Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3 Tahun 2017	93
Tabel 4.39 Upah Minimal Kerja Tahun 2018	93
Tabel 4.40 Harga Komponen Kendaraan	93
Tabel 5. 1 BOK Golongan I di Jalan Nasional	102
Tabel 5. 2 BOK Golongan II di Jalan Nasional.....	103
Tabel 5. 3 BOK Golongan III di Jalan Nasional	103
Tabel 5. 4 BOK Golongan IV di Jalan Nasional	103
Tabel 5.5 BOK Golongan V di Jalan Nasional	104
Tabel 5.6 BOK Golongan I di Jalan Tol.....	106
Tabel 5.7 BOK Golongan II di Jalan Tol	106
Tabel 5.8 BOK Golongan III di Jalan Tol.....	107
Tabel 5.9 BOK Golongan IV di Jalan Tol.....	107
Tabel 5.10 BOK Golongan V di Jalan Tol.....	107
Tabel 5.11 Hasil Perhitungan BOK.....	108
Tabel 5.12 BOK tahunan di Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo	110

Tabel 5.13 BOK Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	112
Tabel 5.14 Saving BOK	114
Tabel 5.15 Nilai Waktu Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo	117
Tabel 5.16 Nilai Waktu Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	119
Tabel 5.17 Saving Nilai Waktu	121
Tabel 5.18 Perhitungan BCR _e dan NPV _e	123
Tabel 5.19 Tarif Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	127
Tabel 5.20 Perhitungan BCR _f dan NPV _f	128
Tabel 5.21 Cash flow	132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Provinsi Jawa Timur	4
Gambar 1.2 Peta Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	5
Gambar 2.1 Tikungan <i>Full Circle</i>	24
Gambar 2.2 Tikungan Spiral - Circle – Spiral.....	25
Gambar 2.3 Tikungan Spiral – Spiral.....	26
Gambar 3.1 Bagan Alir	50
Gambar 4.1 Lokasi Survei Traffic Counting Ruas Jalan Nasional Pasuruan –Probolinggo.....	56
Gambar 4.2 Kurva Diversi Model Logit Binomial Nisbah Waktu Tempuh.....	74
Gambar 5.1 Economic Internal Rate of Return	126
Gambar 5.2 Financial Internal Rate of Return	131
Gambar 5. 3 Payback Period Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3	133

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang, saat ini sedang berupaya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Dalam rangka peningkatan pertumbuhan ekonomi melalui pengembangan infrastruktur di Indonesia, pemerintah melakukan upaya percepatan proyek-proyek yang dianggap strategis dan memiliki urgensi tinggi untuk dapat direalisasikan dalam kurun waktu yang singkat. Pembangunan infrastruktur di Indonesia begitu signifikan dari tahun ke tahun, hal ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk meningkatkan perekonomian bangsa. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 58 Tahun 2017 tentang perubahan atas Peraturan Presiden No. 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional, diputuskan sebanyak 245 Proyek Strategis Nasional (PSN).

Proyek-proyek tersebut tersebar di seluruh wilayah di Indonesia tidak terkecuali Jawa Timur. Di Jawa Timur, salah satu proyek yang sedang berlangsung adalah pembangunan infrastruktur jalan tol. Jalan tol memegang peranan penting untuk menghubungkan suatu daerah dengan daerah lainnya. Salah satu Proyek Strategis Nasional di Jawa Timur yaitu jalan tol Pasuruan – Probolinggo dengan panjang 31,3 km yang akan menjadi urat nadi transportasi ke wilayah Jawa Timur bagian timur hingga Banyuwangi.

Saat ini, Pasuruan – Probolinggo dihubungkan oleh jalan nasional. Kondisi jalan nasional Pasuruan – Probolinggo hingga saat ini hanya dua lajur, sedangkan jumlah kendaraan yang melalui jalan tersebut semakin meningkat jumlahnya. Hal ini yang menyebabkan jalan nasional yang lebih dikenal dengan nama jalur Pantura (Pantai Utara) ini sering terjadi macet. Salah satu solusi yang ditawarkan untuk mengurangi kepadatan lalu lintas kendaraan

di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo adalah pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

Namun, sebelum sampai pada perencanaan dan implementasi suatu jaringan jalan, ada salah satu tahapan yang tak kalah penting yaitu studi kelayakan agar proses perencanaan nantinya lebih matang. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dilakukan studi kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ditinjau dari segi teknik, ekonomi dan finansial. Studi kelayakan ini diharapkan dapat memberikan masukan apakah pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak dilaksanakan atau tidak.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kinerja jalan nasional sebelum dan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo?
2. Berapa penghematan biaya operasional kendaraan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo?
3. Berapa selisih nilai waktu antara kondisi eksisting dan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo?
4. Bagaimana kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo?

1.3. Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 dengan:

1. Mengetahui kinerja jalan nasional sebelum dan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.
2. Mengetahui nilai penghematan biaya operasional kendaraan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

3. Mengetahui selisih nilai waktu antara kondisi eksisting dan setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.
4. Mengetahui kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

1.4. Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dari perumusan masalah, maka perlu adanya batasan masalah yaitu sebagai berikut:

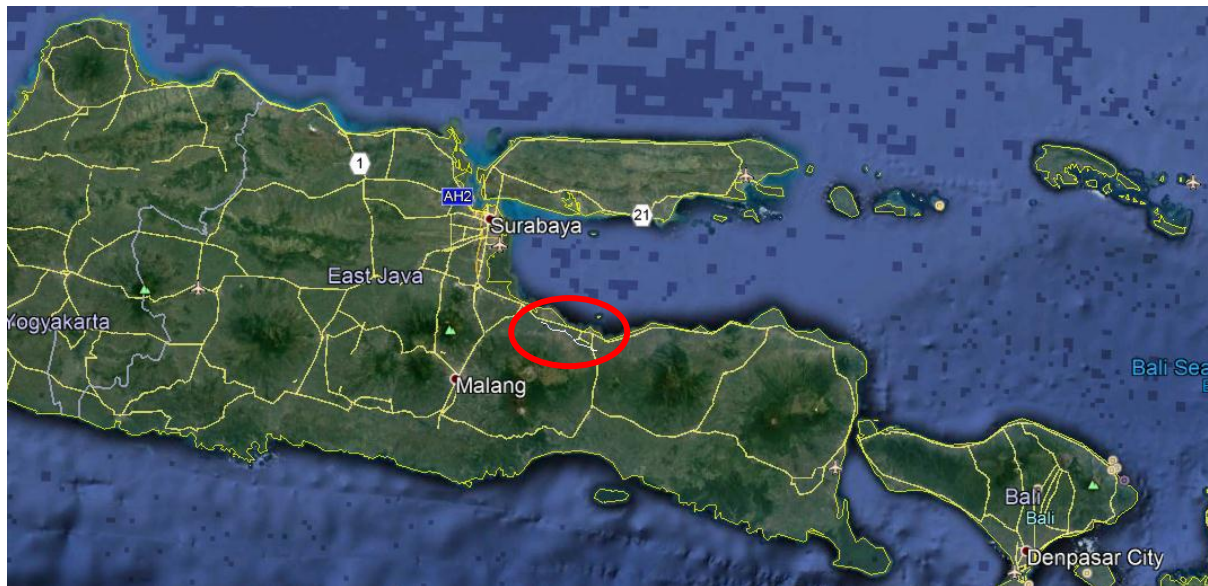
1. Studi ini hanya meninjau jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.
2. Tinjauan kelayakan jalan tol dibatasi dari segi teknik, ekonomi dan finansial.
3. Kelayakan teknik hanya ditinjau dari kontrol alinemen horizontal.
4. Perhitungan analisa ekonomi dan finansial didasarkan dari nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period*.
5. Tidak memperhitungkan kerugian dan peningkatan pendapatan dari bidang sosial dan hasil produk sekitar daerah.
6. Tidak melakukan analisa struktur dan perkerasan jalan.
7. Tidak melakukan analisa sensitivitas.

1.5. Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi terhadap kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ditinjau dari segi ekonomi, finansial dan teknik serta memberi rekomendasi jalan alternatif untuk mengurangi kemacetan pada rute yang sudah ada.

1.6. Peta Lokasi

Lokasi studi terletak di Kabupaten Probolinggo dan Kota Probolinggo. Gambar lokasi seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.



Gambar 1.1 Peta Provinsi Jawa Timur
Sumber: Google earth, 2018



Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo : 17,1 km

Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo
Seksi 2 dan 3 : 17,8 km

Gambar 1.2 Peta Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

Sumber: Google earth, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini berisi teori-teori penunjang yang hasilnya telah terbukti melalui penelitian dan pengkajian sebelumnya. Teori penunjang yang digunakan untuk menyusun kerangka pemikiran yang akan digunakan untuk penelitian, dalam hal ini analisa kelayakan pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3. Tinjauan pustaka ini diambil dari berbagai sumber yaitu buku, jurnal, modul dan tugas akhir.

2.1. Karakteristik Jalan

2.1.1. Klasifikasi Jalan

Sesuai Undang-Undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004, jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status dan kelas.

1. Jalan umum menurut sistem
 - a. Sistem jaringan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
 - b. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.
2. Jalan umum menurut fungsinya
 - a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau

pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.
3. Jalan umum menurut statusnya
- a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
 - b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.
 - c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.
 - d. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta

- menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.
4. Jalan umum menurut kelasnya menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009
- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18000 milimeter, ukuran paling tinggi 4200 milimeter dan muatan sumbu terberat 10 ton.
 - b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12000 milimeter, ukuran paling tinggi 4200 milimeter dan muatan sumbu terberat 8 ton.
 - c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9000 milimeter, ukuran paling tinggi 3500 milimeter dan muatan sumbu terberat 8 ton.
 - d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18000 milimeter, ukuran paling tinggi 4200 milimeter dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.1.2. Kelas Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak maksimum dimana pengemudi (dengan tinggi mata 1,2 m) mampu melihat kendaraan lain atau suatu benda dengan ketinggian tertentu (1,3 m). Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang > 300 m.

Tabel 2.1 Kelas jarak pandang (KJP)

Kelas Jarak Pandang	% segmen dengan jarak pandang minimum 300 m
A	$> 70\%$
B	$30 - 70\%$
C	$< 30\%$

Sumber: PKJI 2014

2.1.3. Tipe Meda Jalan

Penggolongan tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu segmen jalan. Ketentuan tipe meda jalan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tipe medan jalan

Tipe medan jalan	Kemiringan melintang (%)
Datar	$0 - 9,9$
Bukit	$10 - 24,9$
Gunung	> 25

Sumber: PKJI 2014

2.1.4. Tipe Alinemen Jalan

Alinemen jalan menggambarkan daerah yang dilalui jalan, yang ditentukan oleh jumlah naik dan turun (m/km) dan jumlah lengkung horizontal (rad/km) sepanjang alinemen jalan. Ketentuan tipe alinemen tertera pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 Tipe alinemen

Tipe Alinemen Jalan	Naik + turun (m/km)	Lengkung horisontal (rad/km)
Datar	< 10 (5)	< 1,0 (0,25)
Bukit	10 – 30 (25)	1,0 – 2,5 (2,00)
Gunung	> 30 (45)	> 2,5 (2,50)

Catatan: Nilai – nilai dalam kurung digunakan untuk mengembangkan grafik untuk tipe alinemen standar

Sumber: PKJI 2014

2.1.5. Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, misalnya pejalan kaki (bobot = 0,6), penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya (bobot = 0,8), kendaraan masuk dan keluar lahan di samping jalan (bobot = 1,0) dan kendaraan lambat (bobot = 0,4). Untuk lalu lintas antar kota, faktor hambatan samping ini berpengaruh lebih besar dari pada lalu lintas perkotaan karena lalu lintas antar kota membutuhkan keleluasaan berkendara lebih besar dari pada lalu lintas dalam kota yang merupakan perjalanan jarak pendek. Hambatan samping diklasifikasikan dalam beberapa kelas, yaitu:

Tabel 2.4 Kelas hambatan samping

Frekuensi berbobot dari kejadian di kedua sisi jalan	Kondisi khas	Kelas hambatan samping
< 50	Pedalaman, pertanian atau tidak berkembang; tanpa kegiatan	Sangat rendah
50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan kegiatan disamping jalan	Rendah
150 – 249	Desa, kegiatan dan angkutan lokal	Sedang
250 – 350	Desa, beberapa kegiatan pasar	Tinggi
> 350	Hampir perkotaan, pasar/kegiatan perdagangan	Sangat tinggi

Sumber: PKJI 2014

2.2. Karakteristik Lalu Lintas

2.2.1. Ekuivalen Kendaraan Ringan (ekr)

Ekuivalen kendaraan ringan adalah faktor dari beberapa tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan kendaraan ringan dalam arus campuran (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan memiliki $ekr = 1,0$).

Tabel 2.5 Ekr untuk jalan 4/2T dan 4/2TT

Tipe alinemen	Arus total pada jalan 4/2T (kend/jam)	Arus total pada jalan 4/2TT (kend/jam)	Ekr		
			KBM	BB	TB
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6
	1000	1700	1,4	1,4	2,0
	1800	3250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8
	750	1350	2,0	2,0	4,6
	1400	2500	2,2	2,3	4,3
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5
	550	1000	2,9	2,6	5,1
	1100	2000	2,6	2,9	4,8
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2.6 Ekr untuk JBH 4/2T

Tipe alinemen	Arus total pada jalan 4/2T (kend/jam)	Ekr		
		KBM	BB	TB
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

Sumber: PKJI 2014

2.2.2. Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan dalam kondisi yang ada. Persamaan untuk menentukan kapasitas adalah:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (skr/jam)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

C : kapasitas (skr/jam)

C_0 : kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} : faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{PA} : faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{HS} : faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Tabel 2.7 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
4/2T	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800
4/2TT	Datar	1700
	Bukit	1650
	Gunung	1600

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_{LJ})

Tipe Jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (m)	FC_{LJ}
4/2 T dan 6/2T	Per Lajur	3,00
		0,91
		3,25
		0,96
4/2TT	Per Lajur	3,50
		1,00
		3,75
		1,03

2/2TT	Total Dua Arah	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00
		8,00	1,08
		9,00	1,15
		10,00	1,21
		11,00	1,27

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2.9 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{PA})

Pemisah Arah SP %- %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua Lajur: 2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur: 4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Catatan: untuk jalan terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah tidak dapat diterapkan dan bernilai 1,0.

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})			
		Lebar Bahu Efektif (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	Sangat rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2TT dan 4/2TT	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber: PKJI 2014

Sedangkan untuk kapasitas jalan tol menggunakan persamaan dan tabel penyesuaian di bawah ini:

$$C = C_0 \times FC_L \dots\dots\dots (2.2)$$

Tabel 2.11 Kapasitas dasar JBH

Tipe JBH/Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (skr/jam/lajur)
JBH 4/2 dan JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber: PKJI 2014

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lajur lalu lintas
(FC_{LJ})

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (m)		FC_{LJ}
JBH 4/2 dan JBH 6/2	Per lajur	3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03

Sumber: PKJI 2014

2.2.3. Volume Lalu Lintas

Untuk perencanaan jalan baru, diperlukan suatu kemampuan memperkirakan volume lalu lintas kendaraan yang akan melalui jalan baru tersebut. Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu segmen jalan selama periode tertentu. Dari volume lalu lintas tersebut dapat diketahui lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan komposisi lalu lintas.

2.2.4. Derajat Kejenuhan

Berdasarkan PKJI 2014, derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan kinerja lalu lintas pada simpang dan juga segmen jalan. Derajat kejenuhan ini nantinya digunakan untuk

mengevaluasi kinerja suatu jalan yang menunjukkan apakah suatu segmen jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dinyatakan dalam persamaan:

$$D_j = Q/C \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

D_j : derajat kejenuhan

Q : volume lalu lintas

C : kapasitas

$Q = k \times \text{LHRT (ekr/jam)}$

$\text{LHRT (skr/hari)} = \text{LHRT (kend/hari)} \times \text{EKR}$

Menurut PKJI 2014, nilai k untuk jalan perkotaan adalah 0,09. Apabila dari perhitungan didapatkan $D_j < 0,75$ maka jalan tersebut masih dapat melayani kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut dengan baik. Apabila diperloreh $D_j \geq 0,75$ maka jalan tersebut sudah tidak mampu melayani kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

2.3. Jalan Tol

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 menyatakan beberapa uraian sebagai berikut:

2.3.1. Ketentuan Umum

1. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol.
2. Tol adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol.
3. Pengguna jalan tol adalah setiap orang yang menggunakan kendaraan bermotor dengan membayar tol.

2.3.2. Maksud dan Tujuan Penyelenggaraan Jalan Tol

1. Penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan.
2. Penyelenggaraan jalan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya.

2.2.3. Syarat Teknis Jalan Tol

1. Jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum yang ada dan dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.
2. Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 ton.

2.2.4. Perencanaan Umum Jalan Tol

1. Rencanan umum jaringan jalan tol disusun berdasarkan rencana umum tata ruang wilayah yang mengacu pada sistem transportasi nasional dan terintegrasi dengan rencana umum jaringan jalan nasional.
2. Rencana umum jaringan jalan tol terdiri dari ruas-ruas jalan tol yang berbentuk koridor.
3. Rencana ruas jalan tol sebagai bagian dari jaringan jalan tol ditentukan berdasarkan hasil prastudi kelayakan terhadap ruas-ruas yang tertera dalam rencana umum jaringan jalan tol.
4. Prastudi kelayakan mencakup kegiatan analisa kelayakan yang terdiri dari analisa sosial

ekonomi, analisa proyek lalu lintas, pemilihan koridor jalan tol, dan analisa perkiraan biaya konstruksi serta analisa kelayakan ekonomi.

2.2.5. Pendanaan Jalan Tol

1. Pendanaan perusahaan jalan tol dapat berasal dari Pemerintah dan/atau Badan Usaha.
2. Pendanaan yang berasal dari Pemerintah diperuntukkan bagi ruas jalan tol yang layak secara ekonomi, tetapi belum layak secara finansial.
3. Pendanaan yang berasal dari Badan Usaha diperuntukkan bagi jalan tol yang layak secara ekonomi dan finansial.
4. Pendanaan yang berasal dari Pemerintah dan Badan Usaha diperuntukkan bagi jalan tol yang layak secara ekonomi tetapi belum layak secara finansial.

2.2.6. Pengguna Jalan Tol

1. Jalan tol hanya diperuntukkan bagi pengguna jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda empat atau lebih.
2. Kendaraan bermotor dikelompokkan berdasarkan jenis angkutan dan tonasenya.

Tabel 2.13 Golongan jenis kendaraan bermotor

Golongan	Jenis Kendaraan
Golongan I	Sedan, Jip, Pick Up/Truck Kecil, dan Bus
Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
Golongan IV	Truk dengan 4 (empat) gandar
Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar atau lebih

Sumber : Keputusan Menteri Pekerjaan Umum nomor 370/KPTS/M/2007

2.2.7. Tipe Jalan Tol

Berdasarkan Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009, standar minimal

jumlah lajur adalah 2 lajur per arah atau 4/2 D dan ditentukan berdasarkan tipe alinemen.

2.3. Tarif Tol

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005, tarif tol dihitung berdasarkan kemampuan bayar pengguna jalan tol, besar keuntungan biaya operasi kendaraan, dan kelayakan investasi. Besar keuntungan biaya operasi kendaraan dihitung berdasarkan pada selisih biaya operasi kendaraan dan nilai waktu pada jalan tol dengan jalan umum yang ada. Kelayakan investasi dihitung berdasarkan pada taksiran transparan dan akurat dari semua biaya selama jangka waktu perjanjian perusahaan, yang memungkinkan Badan Usaha memperoleh keuntungan yang memadai atas investasinya.

Sesuai Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2001, besarnya tarif tol ditentukan oleh besarnya BKBOOK (Besarnya Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan) pada jalan tol dan jalan arteri yang ada (*existing road*). Petunjuk untuk menentukan besarnya tarif jalan tol, yaitu :

- a. Diambil sebesar 35 – 45% dari penghematan BKBOOK.
- b. Besarnya tarif tol tidak boleh melebihi 70% BKBOOK.
- c. Besarnya tarif tol dihitung atas tingkat dasar, tingkat pengendalian pinjaman atau keuntungan yang diharapkan diperoleh sampai waktu tertentu yang dikaitkan dengan program pengembalian pinjaman.

Berdasarkan Undang-Undang No. 38 Tahun 2004, evaluasi dan penyesuaian tarif tol dilakukan setiap 2 tahun sekali berdasarkan pengaruh laju inflasi.

2.3.1. Pertimbangan Penentuan Tarif Tol

1. Penghematan Biaya Operasi Kendaraan.

Biaya operasi kendaraan sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanan. Sebagai contoh, terjadinya kemacetan-kemacetan lalu lintas akan menyebabkan naiknya biaya operasi

kendaraan karena bahan bakar yang digunakan menjadi tidak efektif. Di samping itu, kemacetan akan memperpanjang waktu perjalanan.(F Gunawan, 2007)

2. Keuntungan Bersama

Pemakai jalan tol mempunyai keuntungan dari segi penghematan biaya operasi kendaraan maupun waktu perjalanan. Di sisi lain tol harus dapat menghasilkan keuntungan bagi pemilik. Jadi tarif tol harus bisa menghasilkan “keuntungan bersama” bagi pengelola maupun pemakai jalan tol dan tidak merugikan salah satu pihak yang terlibat langsung dalam jalan tol.(F Gunawan, 2007)

2.3.2. Cara Pemungutan Tarif Tol

1. Sistem Tertutup

Di pintu masuk, pemakai jalan tol mengambil tiket/karcis dan di pintu keluar membayar tarif tol (kenaikan sesuai dengan jarak tempuhnya). Sistem ini dapat meningkatkan kemampuan menampung masuknya kendaraan.(F Gunawan, 2007)

2. Sistem Terbuka

Di pintu masuk, pemakai jalan tol langsung membayar tarif tol. Dengan sistem ini kemampuan menampung kendaraan di pintu masuk harus besar, karena pemakai jalan tol berhenti untuk membayar tarif dan mengambil karcis.(F Gunawan, 2007)

2.4. Perhitungan Lalu Lintas

Berdasarkan perencanaan perkerasan jalan beton semen Pd T-14-2003, penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah

sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- b. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- c. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- d. Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

2.4.1. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.4.2. Pertumbuhan Lalu-Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan pengertian :

R : faktor pertumbuhan lalu lintas

i : laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR: umur rencana (tahun)

2.5. Model Pemilihan Rute

Prosedur memilih rute bertujuan memodelkan perilaku pelaku pergerakan dalam memilih rute yang menurut mereka merupakan rute terbaiknya. Dari pemodelan pemilihan rute ini didapat jumlah pergerakan pada setiap ruas dengan mengidentifikasi rute yang akan digunakan oleh setiap pengendara. Dengan mengasumsikan bahwa setiap pengendara memilih rute yang meminimumkan biaya perjalanannya.(Tamin, 2000)

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan rute pada saat kita melakukan perjalanan. Beberapa diantaranya adalah waktu tempuh, jarak, biaya (bahan bakar dan lainnya), jenis jalan raya, pemandangan, kelengkapan rambu dan marka jalan, serta kebiasaan. Namun sangat sulit menghasilkan persamaan biaya dengan menggabungkan semua faktor tersebut. Oleh karena itu digunakan beberapa asumsi atau pendekatan, salah satu pendekatan yang paling sering dipakai adalah mempertimbangkan dua faktor utama dalam pemilihan rute.(Tamin, 2000)

2.5.1. Model Kurva Diversi

Model kurva diversi digunakan jika di daerah yang sudah memiliki jaringan jalan dibuat jalan baru yang paralel dengan waktu tempuh dan/atau biaya perjalanan yang lebih rendah, kualitas jalan yang lebih baik dan arus lalu lintas yang melewati tidak melebihi kapasitasnya, maka pengendara cenderung menggunakan jalan baru tersebut.(Tamin, 2000)

Untuk menghitung besarnya prosentase kendaraan yang akan berpindah ke jalan tol,

digunakan perhitungan dengan menggunakan model logit-binomial dengan waktu perjalanan yang dihemat (WPH) dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\exp(a+b(WPH))}{1+\exp(a+b(WPH))} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan pengertian:

P : tingkat diversi

WPH : waktu perjalanan yang dihemat dalam menit

a dan b : parameter yang harus dikalibrasi

Untuk mengetahui bentuk perkalian dalam persamaan (2.5) menjadi bentuk penjumlahan, perlu dilakukan transformasi logaritma natural:

$$P[1 + \exp[a + b(WPH)]] = \exp[a + b(WPH)] \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P + P \exp[a + b(WPH)] = \exp[a + b(WPH)] \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P = \exp[a + b(WPH)] - P \exp[a + b(WPH)] \dots\dots\dots (2.8)$$

$$P = (1 - P)(\exp[a + b(WPH)]) \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\frac{P}{(1-P)} = \exp(a + b(WPH)) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\log_e \left[\frac{P}{1-P} \right] = a + b(WPH) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan mengasumsikan $Y = \log_e \left[\frac{P}{1-P} \right]$ dan $X=WPH$, persamaan (2.11) dapat dianggap sebagai persamaan linier. Nilai P dan WPH bisa didapat dari survei lapangan, parameter a dan b dapat dikalibrasi dengan menggunakan analisis regresi linier terhadap persamaan (2.11)

2.6. Analisa Kelayakan Teknik

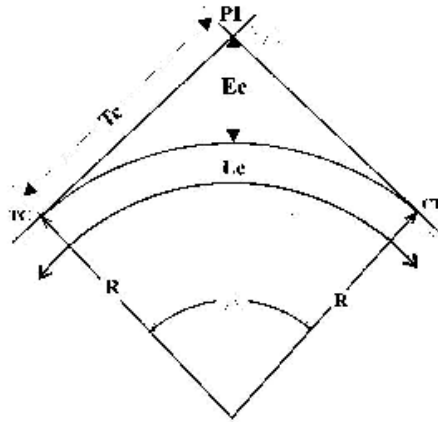
Berdasarkan batasan masalah, kelayakan teknik hanya ditinjau dari kontrol alinemen horizontal. Peraturan yang digunakan adalah Standar Konstruksi dan Bangunan

No. 007/BM/2009 tentang Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol.

2.6.1. Standar Bentuk Tikungan

1. Full Circle (FC)

Tikungan ini berbentuk busur lingkaran secara penuh dan memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.



Gambar 2.1 Tikungan Full Circle

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta$$

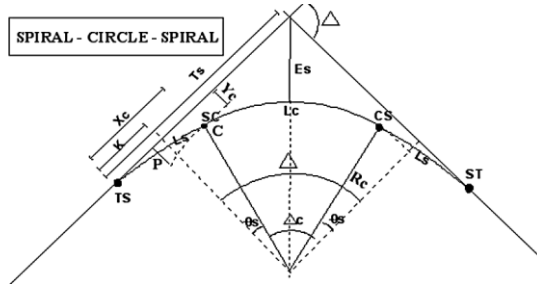
$$Lc = \frac{\Delta}{360^\circ} 2\pi R$$

$$Ec = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$\text{Atau, } Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta$$

2. Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Tikungan ini terdiri dari 1 lengkung lingkaran dan 2 lengkung spiral.



Gambar 2.2 Tikungan Spiral - Circle – Spiral

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi}$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R$$

$$Y_c = \frac{(L_s)^2}{6R}$$

$$X_c = L_s - \frac{(L_s)^3}{40R^2}$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$E_c = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s$$

perkotaan, maka diharuskan menggunakan R yang lebih besar daripada R_{\min} .

$$R_{\min} = \frac{(V_R)^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

R_{\min} : jari-jari tikungan minimum (m)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} : superelevasi maksimum (%)

f_{\max} : koefisien gesek maksimum

Tabel 2.14 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R

V_R (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{\max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

2.6.3. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, dengan demikian gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

1. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral.
2. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
 - a. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan

Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindarkan

kesan perubahan alinemen yang mendadak.
Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

T : waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

Atau menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 2.15 L_s min berdasarkan waktu perjalanan

V_R (km/jam)	L_s min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan
No.007/BM/2009

b. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan sebagai berikut:

- Untuk $V_R \leq 70$ km/jam, $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik
- Untuk $V_R \geq 80$ km/jam, $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik

Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right) V_R}{3,6 r_e} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

e_m : superelevasi maksimum (%)

e_n : superelevasi normal (%)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

r_e : tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Atau digunakan tabel berikut:

Tabel 2.16 L_s min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

e_m (%)	L_s min (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

- c. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan

Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman.

$$L_s = \frac{0,0214V_R^3}{RC} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

R : radius tikungan (m)

C : perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det^3), digunakan $1,2 m/det^3$

- d. Tingkat perubahan kelandaian relatif

Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui Δ maksimum yang diterapkan.

Tabel 2.17 Tingkat perubahan kelandaian melintang maksimum

V_R (km/jam)	Δ (m/m)
120	1/263
100	1/227
80	1/200
60	1/167

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan
No.007/BM/2009

Panjang pencapaian perubahan
kelandaian dari kemiringan normal sampai ke
kemiringan superelevasi penuh (L_s)

$$L_s = \frac{(wn_1)e_d}{\Delta} (b_w) \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

w : lebar satu lajur lalu lintas (m)

e_d : superelevasi rencana (%)

n_1 : jumlah lajur yang diputar

b_w : faktor penyesuaian untuk jumlah lajur
yang diputar

n_1	1	1,5	2
b_w	1,00	0,83	0,75

Δ : tingkat perubahan kelandaian relatif
(m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = \text{LN}$ tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = \text{RC}$ tidak memerlukan superelevasi.

3. L_s ditentukan yang memenuhi keempat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai L_s yang terpanjang.

Tabel 2.18 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal dengan V_R ($e_{\max} = 10\%$)

R (m)	$V_R = 120 \text{ km/jam}$			$V_R = 100 \text{ km/jam}$			$V_R = 80 \text{ km/jam}$			$V_R = 60 \text{ km/jam}$		
	e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)		e (%)	Ls (m)	
		2 lajur	4 lajur		2 lajur	4 lajur		2 lajur	4 lajur		2 lajur	4 lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	2,5	23	35	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	2,9	28	42	2,2	18	27	LN	0	0	LN	0	0
2000	3,6	34	52	2,7	22	33	RC	14	22	LN	0	0
1500	4,8	45	68	3,5	29	43	2,4	17	26	LN	0	0
1400	5,1	48	72	3,8	31	46	2,6	19	28	RC	12	18
1300	5,4	52	77	4,0	33	49	2,8	20	30	RC	12	18
1200	5,9	56	83	4,3	35	53	3,0	21	32	RC	12	18
1000	6,9	66	99	5,1	42	63	3,5	25	38	2,2	13	20
900	7,6	72	108	5,6	46	69	3,9	28	42	2,5	15	22
800	8,5	80	120	6,2	51	76	4,3	31	46	2,7	16	25
700	9,4	89	134	6,9	57	85	4,8	35	52	3,1	19	28

600	10,0	95	142	7,9	64	97	5,5	40	59	3,6	21	32
500	Rmin = 590			9,0	73	110	6,4	46	69	4,2	25	37
400				9,9	81	121	7,5	54	81	5,0	30	45
300				Rmin = 365			9,0	65	97	6,3	38	56
250							9,7	70	105	7,1	43	64
200							Rmin = 210			8,2	49	74
175										8,8	53	79
150										9,4	56	85
140										9,6	58	87
130										9,8	59	88
120										10,0	60	90
110										10,0	60	90
										Rmin = 110		

Sumber: Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

e_{\max} : superelevasi maksimum 10%

R : jari-jari lengkung

V_R : asumsi kecepatan rencana

e : tingkat superelevasi

L_s : panjang minimum pencapaian superelevasi *run off* (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi *run out*)

LN : lereng normal

RC : lereng luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

2.7. Analisa Kelayakan Ekonomi

Studi kelayakan ekonomi ditinjau dari sudut pandang kepentingan masyarakat luas. Jadi analisa aspek ekonomi ini nantinya dapat menjawab apakah alokasi dana yang diperlukan untuk usulan alternatif transportasi terpilih cukup efisien dan efektif penggunaannya ditinjau dari manfaat yang dirasakan oleh masyarakat luas dalam kurun waktu yang ditinjau (masa pelayanannya). (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

2.7.1. Biaya Operasional Kendaraan

Berdasarkan Pd T-18-2005 B, perhitungan biaya operasi kendaraan (BOK) dimaksudkan untuk mengevaluasi peningkatan pekerjaan proyek pembangunan jalan dan jembatan menurut kriteria ekonomi, sehingga dapat diketahui bahwa biaya yang dialokasikan dapat memberikan tingkat manfaat yang tinggi. Biaya operasional kendaraan terdiri dari dua komponen utama yaitu:

a. Biaya tetap (*fixed costs* atau *standing costs*)

Biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah (tetap walaupun terjadi perubahan pada volume produksi jasa sampai ke tingkat tertentu). Biaya tetap terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. Asuransi
2. Bunga modal
3. Depresiasi (penyusutan kendaraan)
4. Nilai waktu

b. Biaya tidak tetap (*running costs*)

Biaya tidak tetap adalah biaya yang berubah apabila terjadi perubahan volume produksi jasa. Biaya tidak tetap terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. biaya konsumsi bahan bakar
2. biaya konsumsi oli
3. biaya suku cadang

4. biaya upah tenaga pemeliharaan
5. biaya konsumsi ban.

Metode perhitungan biaya operasional kendaraan menggunakan PCI 1988. Biaya operasional kendaraan merupakan fungsi dari kecepatan dan dibedakan untuk BOK jalan tol dan BOK non tol.

Tabel 2.19 Rumus menghitung BOK di jalan tol

No	Persamaan	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
1	Konsumsi bahan bakar Y = konsumsi bahan bakar (liter/1000km) S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,04376 \times S^2 - 4,494078 \times S + 207,0484$	$Y = 0,14461 \times S^2 - 16,10285 \times S + 636,50343$	$Y = 0,13485 \times S^2 - 15,12463 \times S + 592,60931$
2	Konsumsi oli Y = konsumsi oli (liter/1000 km) S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,00029 \times S^2 - 0,03134 \times S + 1,69613$	$Y = 0,00131 \times S^2 - 0,15257 \times S + 8,30869$	$Y = 0,00188 \times S^2 - 0,13370 \times S + 7,54073$
3	Suku cadang Y = biaya suku cadang dikalikan dengan harga kendaraan yang terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,0000064 \times S + 0,0005567$	$Y = 0,0000332 \times S + 0,00020891$	$Y = 0,0000191 \times S + 0,0015400$
4	Upah tenaga pemeliharaan Y = jam kerja tenaga pemeliharaan dengan	$Y = 0,00362 \times S + 0,36267$	$Y = 0,02311 \times S + 1,97733$	$Y = 0,01511 \times S + 1,21200$

	upah/jam/1000 km S = kecepatan (km/jam)			
5	Pemakaian ban Y = pemakaian ban/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,0008848 \times S - 0,0045333$	$Y = 0,0012356 \times S - 0,0065667$	$Y = 0,0015553 \times S - 0,005933$
6	Asuransi Y = asuransi dikalikan dengan harga kendaraan baru/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 38 / (500 \times S)$	$Y = 60 / (2571,42857 \times S)$	$Y = 61 / (1714,28571 \times S)$
7	Suku bunga Y = suku bunga dikalikan dengan setengah harga kendaraan terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 150 / (500 \times S)$	$Y = 150 / (2571,42857 \times S)$	$Y = 150 / (1714,28571 \times S)$
8	Penyusutuan (depresiasi) Y = depresiasi dikalikan dengan setengah dari harga kendaraan terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 1 / (2,5 S + 100)$	$Y = 1 / (9 S + 315)$	$Y = 1 / (6 S + 210)$

Sumber: PCI, 1988

Tabel 2.20 Rumus menghitung BOK di jalan non tol

No	Persamaan	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
1	Konsumsi bahan bakar Y = konsumsi bahan bakar (liter/1000km) S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,05693 \times S^2 - 6,42593 \times S + 269,18567$	$Y = 0,21692 \times S^2 - 24,1549 \times S + 954,78824$	$Y = 0,21557 \times S^2 - 24,17699 \times S + 947,80882$
2	Konsumsi oli Y = konsumsi oli (liter/1000 km) S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,00037 \times S^2 - 0,04070 \times S + 2,20405$	$Y = 0,00209 \times S^2 - 0,24413 \times S + 13,29445$	$Y = 0,00186 \times S^2 - 0,22035 \times S + 12,06486$
3	Suku cadang Y = biaya suku cadang dikalikan dengan harga kendaraan yang terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,0000064 \times S + 0,0005567$	$Y = 0,0000332 \times S + 0,00020891$	$Y = 0,0000191 \times S + 0,0015400$
4	Upah tenaga pemeliharaan Y = jam kerja tenaga pemeliharaan dengan upah/jam/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,00362 \times S + 0,36267$	$Y = 0,02311 \times S + 1,97733$	$Y = 0,01511 \times S + 1,21200$
5	Pemakaian ban Y = pemakaian ban/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 0,0008848 \times S - 0,0045333$	$Y = 0,0012356 \times S - 0,0065667$	$Y = 0,0015553 \times S - 0,005933$
6	Asuransi	$Y = 38 / (500 \times S)$	$Y = 60 / (2571,42857 \times S)$	$Y = 61 / (1714,28571 \times S)$

	Y = asuransi dikalikan dengan harga kendaraan baru/1000 km S = kecepatan (km/jam)			
7	Suku bunga Y = suku bunga dikalikan dengan setengah harga kendaraan terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 150 / (500 \times S)$	$Y = 150 / (2571,42857 \times S)$	$Y = 150 / (1714,28571 \times S)$
8	Penyusutuan (depresiasi) Y = depresiasi dikalikan dengan setengah dari harga kendaraan terdepresiasi/1000 km S = kecepatan (km/jam)	$Y = 1 / (2,5 S + 100)$	$Y = 1 / (9 S + 315)$	$Y = 1 / (6 S + 210)$

Sumber: PCI, 1988

2.7.2. Nilai Waktu Tempuh

Menurut Pd T-18-2005-B, penghematan nilai waktu perjalanan diperoleh dari selisih perhitungan waktu tempuh untuk kondisi dengan proyek (*with project*) dan tanpa proyek (*without project*). Nilai waktu yang digunakan dapat ditetapkan dari hasil studi nilai waktu yang menggunakan metode produktivitas, *stated preference* atau *revealed preference*. Dalam tugas akhir ini nilai waktu yang digunakan ditetapkan dengan menggunakan metode produktivitas.

Metode produktivitas adalah metode penetapan nilai waktu yang menggunakan nilai rata-rata penghasilan atau *product domestic regional bruto* (PDRB) per kapita pertahun yang dikonversi ke dalam satuan nilai moneter per satuan waktu yang lebih kecil, rupiah per jam.

Seperti pada persamaan berikut :

$$VOT = P_j / S \times V \times NW \dots\dots\dots (2.17)$$

$$NW = \frac{PDRB}{Jumlahpenduduk \times 12 \times jamkerjaperbulan}$$

Dimana:

VOT : Nilai waktu, dalam satuan Rp/km/orang/bulan

NW : Upah rata-rata per bulan, dalam satuan (Rp/jam/orang)

S : *Speed vehicle* (km/jam)

Jumlah jam kerja selama satu bulan adalah 160 jam, dimana 1 minggu mempunyai 40 jam kerja (Eko. D., 2002 dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.Kep.102/Men/VI/2004).

2.7.3. Benefit Cost Ratio (BCRe)

Menurut Pd T-18-2005-B, metoda ini dipakai untuk mengevaluasi kelayakan proyek dengan membandingkan total manfaat terhadap total biaya yang telah didiskonto ke tahun dasar dengan memakai nilai suku bunga diskonto (*discount rate*) selama tahun rencana.

Prinsip metode *benefit cost ratio* adalah mencari indeks yang menggambarkan tingkat efektifitas pemanfaatan biaya terhadap manfaat yang akan diperoleh, secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$BCR = \text{Benefit (manfaat)} / \text{Cost (biaya)} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

$$\text{Benefit} = \Delta BOK = BOK_{\text{eksisting}} - BOK_{\text{kondisi baru}}$$

Cost = Biaya pembangunan jalan tol

Bila nilai $BCR > 1$, berarti harga NPV-nya > 0 (positif) dan usulan transportasi dapat dikatakan layak. Bila $BCR < 1$, maka usulan transportasi dikatakan tidak layak. (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

Meskipun indeks BCR sangat baik untuk menyatakan tingkat kelayakan suatu usulan, tetapi sebenarnya hasil analisisnya masih sangat tergantung kepada *discount rate* yang ditetapkan untuk analisis. *Discount rate* dapat berfluktuasi dan sangat dinamis, terutama di negara berkembang. (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

2.7.4. Net Present Value (NPVe)

Menurut Pd T-18-2005-B, metode ini dikenal sebagai metode *present worth* dan digunakan untuk menentukan apakah suatu rencana mempunyai manfaat dalam periode waktu analisis. Hal ini dihitung dari selisih *Present Value of The Benefit* (PVB) dan *Present Value of The Cost* (PVC).

Dasar dari metoda ini adalah bahwa semua manfaat (*benefit*) ataupun biaya (*cost*) mendatang yang berhubungan dengan suatu proyek didiskonto ke nilai sekarang (*present values*), dengan menggunakan suatu suku bunga diskonto. Persamaan umum untuk metode ini adalah:

$$NPV = \sum_{i=0}^{n-1} \left[(b_i - c_i) \left(1 + \left(\frac{r}{100} \right) \right)^i \right]^{-1} \dots (2.19)$$

Dimana:

NPV : nilai sekarang bersih
 bi : manfaat pada tahun i
 ci : biaya pada tahun i
 r : suku bunga diskonto (*discount rate*)
 n : umur ekonomi proyek, dimulai dari tahap perencanaan sampai akhir umur rencana jalan

Suatu usulan alternatif transportasi dikatakan layak jika nilai NPV > 0. Sedangkan bila NPV = 0, berarti usulan alternatif transportasi tersebut mengembalikan persis sebesar *Opportunity Cost of Capital* dan jika NPV < 0, maka usulan tersebut dikatakan tidak layak dan hendaknya ditolak. (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

2.7.5. Economic Internal Rate of Return (EIRR)

Indeks IRR adalah besaran yang menunjukkan harga *discount rate* pada saat besaran NPV = 0. IRR dapat juga dianggap sebagai tingkat keuntungan atas investasi bersih untuk suatu usulan, asalkan setiap manfaat bersih (*net benefit*) yang diwujudkan secara otomatis ditanam kembali dalam tahun berikutnya dan mendapatkan tingkat keuntungan i yang sama yang diberi bunga selama sisa umur pelayanannya. (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

Nilai IRR tidak dapat diperoleh secara langsung, biasanya nilai ini didapat dengan cara mencoba-coba beberapa suku bunga yang diasumsikan mendekati nilai IRR yang benar. Perhitungan ini untuk mencari suku bunga yang menghasilkan 2 nilai NPV yang paling mendekati 0 (NPV positif yang terkecil dan NPV negatif terkecil). Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut ini:

$$EIRR = I' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I'' - I') \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana:

I' : suku bunga yang menghasilkan NPV negatif terkecil

I'' : suku bunga yang menghasilkan NPV positif terkecil

NPV' : NPV dengan menggunakan I'

NPV'' : NPV dengan menggunakan I''

Jika IRR sama dengan *discount rate* yang berlaku, maka nilai NPV akan mendekati 0. Jika $IRR < discount\ rate$, berarti usulan tersebut tidak layak. Bila $IRR > discount\ rate$, ini menunjukkan bahwa usulan tersebut layak.

2.8. Analisa Kelayakan Finansial

Dalam aspek finansial menyangkut komponen-komponen usulan alternatif transportasi yang mendatangkan hasil (*revenue earning*) dalam kata lain ditinjau dari sisi pengelola. Hal yang dikaji adalah pengeluaran dana dan penghasilan dari usulan alternatif transportasi. Selain itu juga dikaji apakah usulan alternatif transportasi terjamin dananya untuk selama umur rencananya. Pertimbangan lainnya yang penting adalah apakah usulan alternatif transportasi tersebut dapat membayar kembali dana yang dibutuhkannya dan

kemungkinannya dapat berkembang secara finansial dan dapat berdiri sendiri. (Hendarto, Rasyid, & K, 2001)

2.8.1. Benefit Cost Ratio (BCRf)

BCR dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$BCR = \text{Benefit (manfaat)} / \text{Cost (biaya)} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

Benefit = Pendapatan dari tarif tol

Cost = Biaya pembangunan jalan tol

2.8.2. Net Present Value (NPVf)

Nilai NPV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$NPV = \sum_{i=0}^{n-1} \left[(b_i - c_i) \left(1 + \left(\frac{r}{100} \right) \right)^{-i} \right] \dots\dots(2.22)$$

Dimana:

NPV : nilai sekarang bersih

bi : manfaat pada tahun i

ci : biaya pada tahun i

r : suku bunga diskonto (*discount rate*)

n : umur ekonomi proyek, dimulai dari tahap perencanaan sampai akhir umur rencana jalan

2.8.3. Financial Internal Rate of Return (FIRR)

Nilai IRR tidak dapat diperoleh secara langsung, biasanya nilai ini didapat dengan cara mencoba-coba beberapa suku bunga yang diasumsika mendekati nilai IRR yang benar. Perhitungan ini untuk mencari suku bunga yang menghasilkan 2 nilai NPV yang paling mendekati 0 (NPV positif yang terkecil dan NPV negatif terkecil).

Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut ini:

$$EIRR = I' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I'' - I') \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana:

I' : suku bunga yang menghasilkan NPV negatif terkecil

I'' : suku bunga yang menghasilkan NPV positif terkecil

NPV' : NPV dengan menggunakan I'

NPV'' : NPV dengan menggunakan I''

2.8.4. Payback Period

Analisis *Payback Period* pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa besar lama periode investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi titik impas (BEP). Dengan kata lain, *Payback Period* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai $NPV > 0$. Dikatakan layak apabila $Payback Period < \text{Umur Rencana Investasi}$. (Yanuar, 2017)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Metodologi ini berfungsi sebagai acuan tahapan untuk mengerjakan tugas akhir. Dalam hal ini akan diuraikan segala sesuatu yang menjadi prosedur pemecahan masalah, untuk memperjelas tahapan penelitian maka digunakan bagan alir. Disamping itu juga akan disebutkan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir.

3.1. Tahap Pengerjaan

3.1.1. Identifikasi Masalah

Dalam tahapan ini membahas tentang permasalahan yang ada pada BAB I yaitu, rencana pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 yang termasuk dalam proyek strategis nasional dan berdasarkan pertimbangan kemacetan yang terjadi di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo. Sebelum pembangunan jalan tol tersebut dilaksanakan maka perlu dilakukan studi kelayakan dari segi ekonomi, finansial dan teknis.

3.1.2. Studi Literatur

Untuk menyelesaikan masalah yang diuraikan pada poin 3.1.1 maka diperlukan studi literatur sebagai teori penunjang yang berhubungan dengan pokok bahasan yang menjadi kajian utamanya, antara lain:

1. Karakteristik jalan
2. Karakteristik jalan tol
3. Tarif tol
4. Perhitungan lalu lintas
5. Model pemilihan rute : kurva diversi
6. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)
7. Nilai waktu (*time value*)

8. *Benefit Cost Ratio (BCR)*
9. *Net Present Value (VPV)*
10. *Internal Rate of Return (IRR)*
11. *Payback Period*

Studi literatur yang diperlukan dapat diperoleh dari buku teks, jurnal-jurnal, peraturan-peraturan terkait dan laporan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan studi ini.

3.1.3. Pengumpulan Data

Untuk menganalisa kelayakan dari pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3, diperlukan data-data yang mendukung penelitian. Data tersebut berupa data primer yang diperoleh langsung dari hasil survei lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari dinas atau instansi terkait.

1. Data Primer

Data yang disurvei di lapangan antara lain:

- a. Harga satuan bahan bakar
- b. Harga satuan oli/minyak pelumas
- c. Harga satuan ban baru
- d. Upah mekanik
- e. Harga kendaraan baru

2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan antara lain:

- a. PDRB Kabupaten Probolinggo tahun 2012-2016
- b. PDBR Kota Probolinggo tahun 2012-2016
- c. Data LHR tahunan jalan nasional Pasuruan- Probolinggo dari hasil analisa konsultan.
- d. Data inflasi dari Bank Indonesia
- e. Data suku bunga dari Bank Indonesia
- f. Data jalan tol dan jalan nasional Pasuruan - Probolinggo

- g. Data kecepatan kendaraan di jalan nasional Pasuruan - Probolinggo
- h. Data OD survei
- i. Biaya investasi jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3

3.1.4. Analisa Volume dan Pertumbuhan Lalu Lintas

Analisa ini berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.2.3.

3.1.5. Model Pemilihan Rute

Model pemilihan rute menggunakan metode kurva diversifikasi model logit-binomial dengan waktu perjalanan yang dihemat, yaitu meramalkan kendaraan yang akan berpindah dari jalan nasional ke jalan tol. Analisa ini berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.5.1

3.1.6. Analisa Kelayakan Teknik

Analisa kelayakan teknik hanya ditinjau dari kontrol alinyemen horizontal. Menganalisa standar bentuk tikungan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.6.1 dan menghitung jari-jari tikungan minimum berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.6.2.

3.1.7. Analisa Kelayakan Ekonomi

- a. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.7.1.
- b. Nilai waktu tempuh
Analisa nilai waktu tempuh berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.7.2.
- c. *Benefit Cost Ratio* (BCRe)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.7.3.

- d. *Net Present Value* (NPVe)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.7.4.
- e. *Economic Internal Rate of Return* (EIRR)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.7.5.

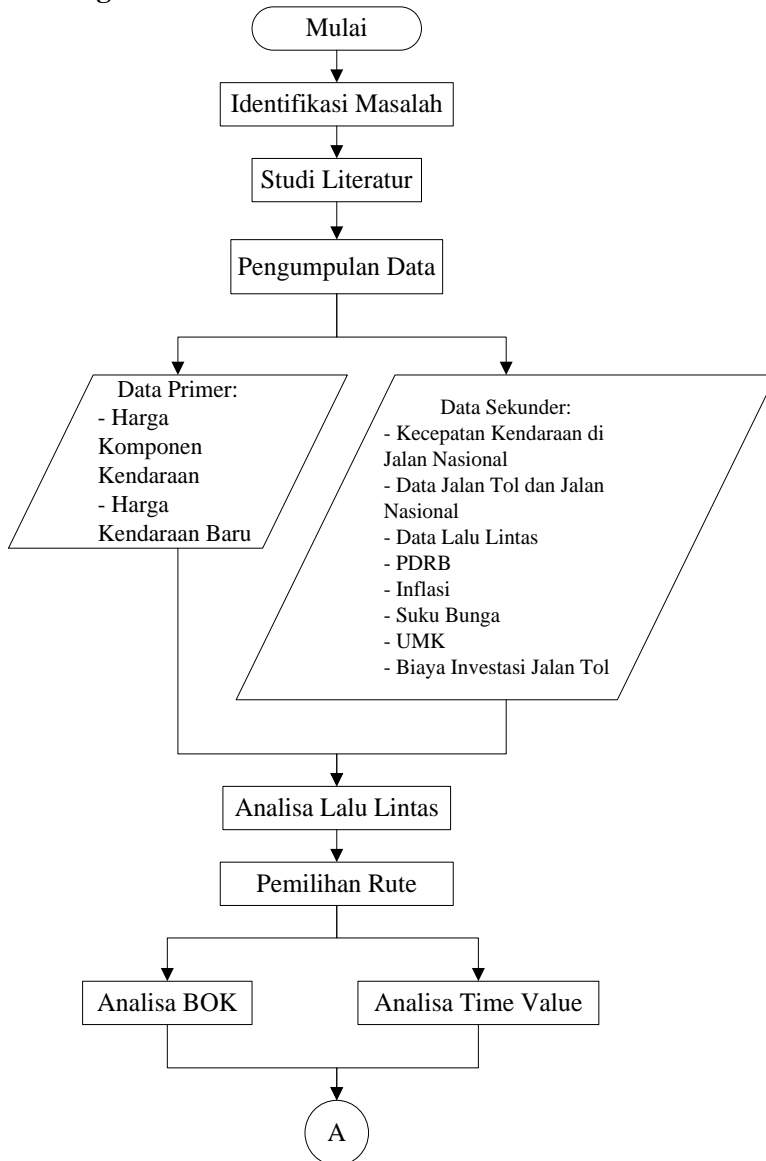
3.1.8. Analisa Kelayakan Finansial

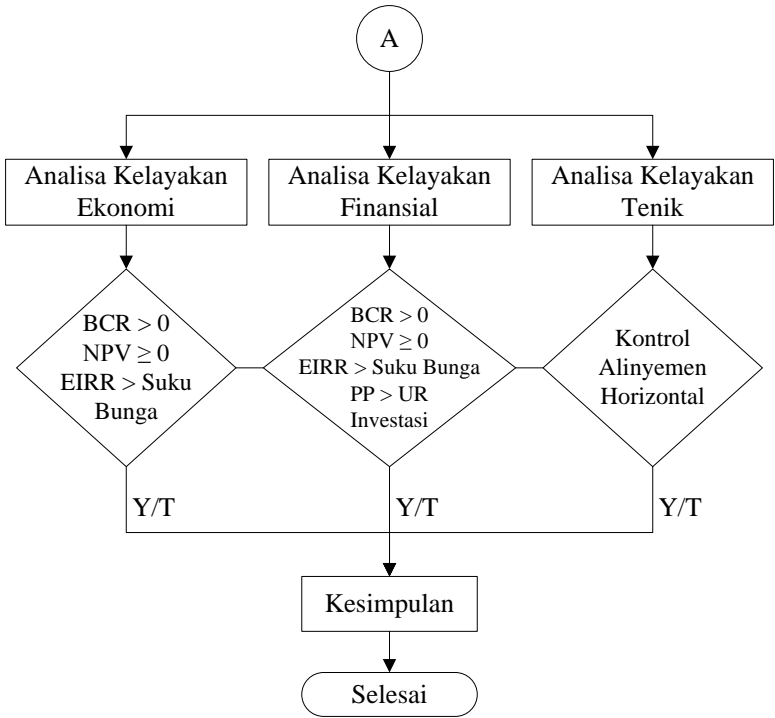
- a. *Benefit Cost Ratio* (BCRf)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.8.1.
- b. *Net Present Value* (NPVf)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.8.2.
- c. *Financial Internal Rate of Return* (FIRR)
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.8.3.
- d. *Payback Period*
Analisa biaya operasional kendaraan berdasarkan perhitungan pada bab II poin 2.8.4.

3.1.9. Kesimpulan

Dari perhitungan-perhitungan di atas maka akan bisa diambil kesimpulan apakah pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak atau tidak ditinjau dari segi teknik, ekonomi dan finansial.

3.2. Bagan Alir





Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1. Data Jalan Tol

Data jalan tol Pasuruan – Probolinggo (seksi 2 dan 3) didapat dari pengumpulan data sekunder dari PT. Trans-Jawa Paspro Jalan Tol. Data jalan tol Pasuruan – Probolinggo adalah sebagai berikut:

Panjang jalan	: 17,8 km
Seksi 2	: Tongas – Probolinggo Barat (6,9 km)
Seksi 3	: Probolinggo Barat – Probolinggo Timur (10,9 km)
Lokasi Pekerjaan	: Kab. Probolinggo dan Kota Probolinggo
Kecepatan rencana	: 120 km/jam
Jumlah lajur	: 2 x 2 (tahap awal); 2 x 3 (tahap akhir)
Lebar lajur	: 3,6 m
Lebar bahu luar	: 3 m
Lebar bahu dalam	: 1,5 m
Lebar median	: 3,8 m (termasuk bahu dalam) <i>single barrier</i>
Tipe perkerasan	: Perkerasan beton

4.2. Data Jalan Lama (Eksisting)

Data jalan nasional Pasuruan – Probolinggo adalah sebagai berikut:

Panjang jalan	:
- Segmen Tongas – Probolinggo Barat	= 6,2 km
- Segmen Probolinggo Barat – Probolinggo Timur	= 10,9 km
Lebar jalan	: 11 m
Jumlah lajur	: 2 lajur 2 arah tanpa median (4/2D)
Lebar lajur	: 3,5 m (lajur dalam) dan 2 m (lajur luar)
Lebar bahu	: 2 m
Tipe perkerasan	: Perkerasan lentur

4.3. Data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Nilai laju pertumbuhan lalu lintas (i) didapat dari banyak variabel diantaranya adalah laju pertumbuhan kendaraan, laju pertumbuhan penduduk dan produk domestik regional bruto (PDRB). Pada penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan data produk domestik regional bruto (PDRB) sebagai nilai laju pertumbuhan lalu lintas karena PDRB dianggap menggambarkan aktivitas ekonomi sesungguhnya dari suatu daerah.

Proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ini melewati 2 wilayah yaitu Kabupaten Probolinggo dan Kota Probolinggo. Untuk itu diperlukan data PDRB dari 2 wilayah tersebut. Data yang dibutuhkan adalah laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan yang mewakili laju pertumbuhan lalu lintas golongan II-V dan laju pertumbuhan PDRB per kapita atas dasar harga konstan yang mewakili laju pertumbuhan lalu lintas golongan I dan golongan VI.

Selain itu, data PDRB juga digunakan untuk menghitung nilai waktu dasar (VOT). Data yang dibutuhkan adalah PDRB atas dasar harga konstan yang mewakili nilai waktu dasar golongan II-V dan PDRB per kapita atas dasar harga konstan yang mewakili nilai waktu dasar golongan I.

Tabel 4.1 PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan (Ribu Rupiah)

Kab/Kota	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-Rata
Kab. Probolinggo	15170.9	15855.5	16493.5	17160	17860.7	16508.12
Kota Probolinggo	24975.6	26401.5	27609.7	28946.5	30369.1	27660.48
PDRB Kab dan Kota Probolinggo						22084.3

Sumber: bps.go.id, 2017

Tabel 4.2 PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Miliar Rupiah)

Kab/Kota	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-Rata
Kab. Probolinggo	16936.8	17808.9	18682.2	19571	20504.1	18700.6
Kota Probolinggo	5552.1	5911.3	6261.9	6628.8	7018.3	6274.48
PDRB Kab dan Kota Probolinggo						12487.54

Sumber: bps.go.id, 2017

Tabel 4.3 Laju Pertumbuhan PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan

Tahun	Probolinggo		Laju PDRB		Rata-Rata
	Kab	Kota	Kab	Kota	
2012	15170.9	24975.6			
2013	15855.5	26401.5	4.51%	5.71%	5.11%
2014	16493.5	27609.7	4.02%	4.58%	4.30%
2015	17160	28946.5	4.04%	4.84%	4.44%
2016	17860.7	30369.1	4.08%	4.91%	4.50%
					4.59%

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.4 Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan

Tahun	Probolinggo		Laju PDRB		Rata-Rata
	Kab	Kota	Kab	Kota	
2012	16936.8	5552.1			
2013	17808.9	5911.3	5.15%	6.47%	5.81%
2014	18682.2	6261.9	4.90%	5.93%	5.42%
2015	19571	6628.8	4.76%	5.86%	5.31%
2016	20504.1	7018.3	4.77%	5.88%	5.32%
					5.46%

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Contoh perhitungan laju pertumbuhan PDRB per kapita atas dasar harga konstan Kabupaten Probolinggo tahun 2012-2013:

$$\frac{(15.855,5 - 15.170,9)}{15.170,9} = 0,0451 \rightarrow 4,51\%$$

Perhitungan untuk tahun-tahun selanjutnya dan untuk PDRB Kota Probolinggo dilakukan dengan cara yang sama. Selanjutnya dirata-rata dan hasilnya yang diperoleh adalah 4,59% untuk laju pertumbuhan PDRB per kapita atas dasar harga konstan yang mewakili golongan I dan VI serta 5,46%

untuk laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan yang mewakili golongan II-V.

4.4. Data Lalu Lintas

Dari pengumpulan data sekunder, diperoleh data volume lalu lintas yang melintasi jalan nasional Pasuruan – Probolinggo sebelum adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

Survei *traffic counting* (TC) dilaksanakan oleh konsultan PT. Multhi Beta Consulting Engineers. Survei ini dilaksanakan pada 5 (lima) lokasi seperti pada Gambar 4.1. Survei dilaksanakan di lokasi-lokasi tertentu yang diasumsikan dapat mewakili pola pergerakan lalu lintas di wilayah studi.

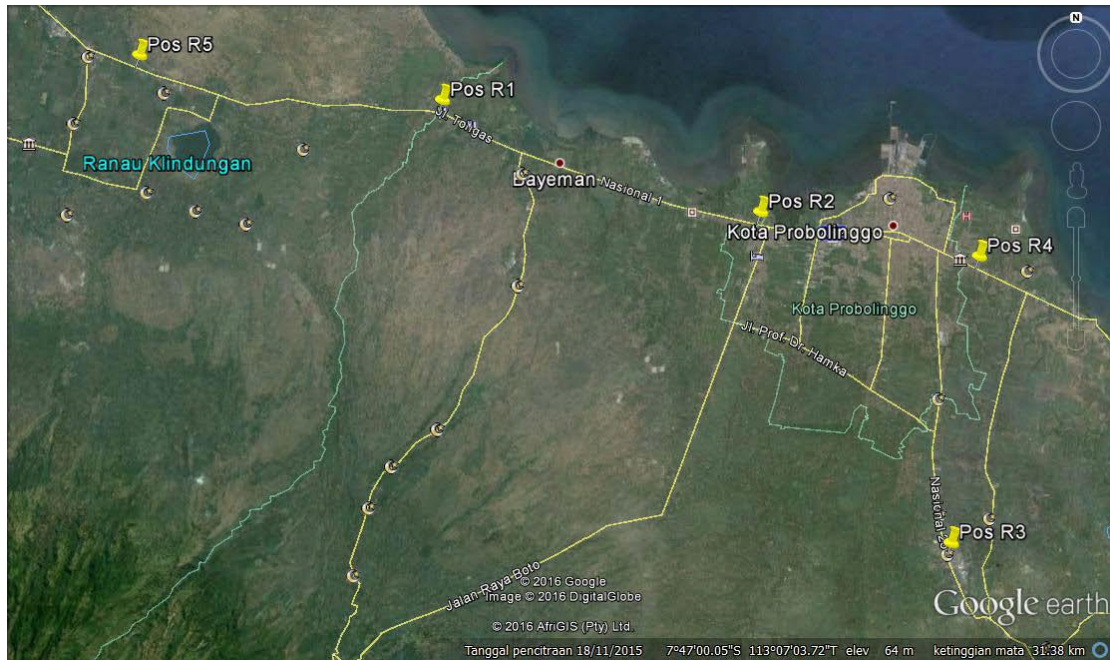
Tabel 4.5 Jadwal Survei *Traffic Counting*

No Pos	Lokasi	Tanggal	Durasi
R1	Tongas	Rabu, 23 Maret 2016	24 jam
		Kamis, 24 Maret 2016	24 jam
		Sabtu, 26 Maret 2016	24 jam
R2	Ketapang	Rabu, 23 Maret 2016	24 jam
		Kamis, 24 Maret 2016	24 jam
		Sabtu, 26 Maret 2016	24 jam
		Minggu, 27 Maret 2016	24 jam
		Senin, 28 Maret 2016	24 jam
		Selasa, 29 Maret 2016	24 jam
		Jum'at, 1 April 2016	24 jam
R4	Dringu	Minggu, 27 Maret 2016	24 jam
		Senin, 28 Maret 2016	24 jam
		Selasa, 29 Maret 2016	24 jam
R3	Leces	Rabu, 30 Maret 2016	24 jam
		Kamis, 31 Maret 2016	24 jam

		Sabtu, 2 April 2016	24 jam
R5	Grati	Rabu, 30 Maret 2016	24 jam
		Kamis, 31 Maret 2016	24 jam
		Sabtu, 2 April 2016	24 jam

Sumber: PT. Multi Phi Beta Consulting Engineers, 2016

Survei *traffic counting* dilaksanakan dalam rentang waktu 23 Maret – 2 April 2016. Survei rata-rata dilakukan 3 hari di hari kerja dan akhir pekan. Survei dilakukan selama 24 jam.



Gambar 4.1 Lokasi Survei Traffic Counting Ruas Jalan Nasional Pasuruan –Probolinggo
 Sumber: PT. Multi Phi Beta Consulting Engineers, 2016

Tabel 4.6 Lalu Lintas Harian Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo tahun 2016

Pos	Ruas	Kendaraan/Hari					
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
R1	Nguling - Tongas	21682	7101	1450	660	344	28704
R2	Tongas - Ketapang	18094	5577	1192	595	295	25719
R3	Probolinggo - Lumajang	9559	2897	431	287	105	19129
R4	Probolinggo - Kraksaan	11695	3262	720	243	105	33244

Sumber: PT. Multhi Phi Beta Consulting Engineers, 2016

Tabel 4.6 merupakan hasil dari survai *traffic counting* dalam kendaraan/hari. Pos 1 (ruas Nguling – Tongas) diasumsikan mendapat tambahan volume lalu lintas 50% dari pos R5. Lalu lintas harian paling tinggi yaitu di segmen Nguling – Tongas dan yang paling rendah di segmen Probolinggo – Lumajang.

4.4.1 Analisa Peramalan (*Forecasting*) Volume Lalu Lintas *Without Project*

Analisa volume lalu lintas *without project* merupakan hasil perhitungan peramalan volume lalu lintas setiap tahunnya di jalan nasional Pasuruan-Probolinggo (eksisting) selama 45 tahun kedepan. Perhitungan volume lalu lintas didapatkan dari volume lalu lintas harian pada tabel 4.6 dikali 365 menjadi volume lalu lintas tahunan dan menggunakan laju pertumbuhan kendaraan pada tabel 4.3 dan tabel 4.4. Perhitungan volume lalu lintas dibagi menjadi 6 golongan kendaraan menurut Jasa Marga. Berikut adalah contoh peramalan volume lalu lintas di jalan nasional segmen Nguling – Tongas sebelum adanya proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 untuk tahun 2019.

- Golongan I = $(21682 \times 365)(1+0.0459)^3 = 9053791$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)
- Golongan II = $(7101 \times 365)(1+0.0546)^3 = 3040488$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)

- Golongan III = $(1450 \times 365)(1+0.0546)^3 = 620942$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)
- Golongan IV = $(660 \times 365)(1+0.0546)^3 = 282587$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)
- Golongan V = $(344 \times 365)(1+0.0546)^3 = 147288$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)
- Golongan VI = $(28704 \times 365)(1+0.546)^3 = 11986223$ kend/tahun.....(Tabel 4.7)

Perhitungan untuk segmen yang lain dan tahun-tahun berikutnya dilakukan dengan langkah yang sama dengan nilai n yang berbeda-beda. Hasil perhitungan analisa peramalan volume lalu lintas *without project* disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan *Without Project* Segmen Nguling – Tongas

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	7913839	2591956	529341	240900	125560	10477051
2017	8276911	2733587	558266	254063	132421	10957719
2018	8656641	2882956	588771	267946	139657	11460439
2019	9053791	3040488	620942	282587	147288	11986223
2020	9469163	3206627	654872	298028	155336	12536129
2021	9903591	3381845	690656	314313	163824	13111264
2022	10357949	3566637	728395	331488	172776	13712785
2023	10833153	3761526	768196	349601	182217	14341902
2024	11330158	3967064	810172	368704	192173	14999882
2025	11849965	4183834	854442	388851	202674	15688049
2026	12393620	4412449	901131	410099	213749	16407788
2027	12962216	4653555	950370	432508	225428	17160547
2028	13556899	4907836	1002301	456141	237746	17947842
2029	14178865	5176012	1057069	481066	250737	18771256
2030	14829365	5458841	1114830	507352	264438	19632447
2031	15509709	5757125	1175747	535075	278888	20533147
2032	16221266	6071708	1239992	564313	294127	21475171
2033	16965468	6403480	1307748	595148	310199	22460412

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2034	17743813	6753381	1379207	627669	327148	23490855
2035	18557866	7122402	1454570	661966	345025	24568572
2036	19409267	7511586	1534051	698137	363878	25695733
2037	20299729	7922037	1617875	736285	383761	26874606
2038	21231043	8354915	1706279	776517	404730	28107564
2039	22205085	8811447	1799514	818948	426846	29397087
2040	23223813	9292925	1897844	863697	450170	30745772
2041	24289279	9800712	2001547	910892	474768	32156332
2042	25403627	10336246	2110916	960665	500710	33631605
2043	26569099	10901043	2226261	1013158	528070	35174561
2044	27788040	11496701	2347909	1068519	556925	36788306
2045	29062905	12124908	2476205	1126906	587357	38476086
2046	30396257	12787441	2611510	1188482	619451	40241298
2047	31790782	13486177	2754209	1253424	653300	42087495
2048	33249285	14223093	2904706	1321914	688998	44018392
2049	34774701	15000276	3063425	1394146	726646	46037876
2050	36370100	15819926	3230818	1470326	766352	48150009
2051	38038694	16684363	3407358	1550668	808227	50359043
2052	39783840	17596036	3593544	1635400	852390	52669424
2053	41609049	18557524	3789903	1724762	898967	55085800
2054	43517996	19571551	3996992	1819007	948089	57613036
2055	45514522	20640986	4215397	1918402	999894	60256216
2056	47602645	21768858	4445736	2023228	1054531	63020661
2057	49786567	22958359	4688662	2133782	1112153	65911934
2058	52070683	24212857	4944861	2250376	1172923	68935852
2059	54459591	25535904	5215060	2373342	1237015	72098503
2060	56958097	26931245	5500023	2503027	1304608	75406250
2061	59571230	28402831	5800557	2639798	1375895	78865751
2062	62304249	29954828	6117513	2784043	1451077	82483967
2063	65162654	31591630	6451788	2936170	1530367	86268180

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.8 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan *Without Project* Segmen
Tongas - Ketapang

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	6604310	2035605	435080	217175	107675	9387435
2017	6907304	2146835	458854	229042	113559	9818113
2018	7224198	2264143	483927	241557	119764	10268550
2019	7555631	2387861	510370	254757	126308	10739653
2020	7902270	2518340	538257	268677	133210	11232368
2021	8264811	2655948	567669	283358	140489	11747689
2022	8643986	2801075	598688	298842	148165	12286651
2023	9040556	2954132	631401	315171	156261	12850340
2024	9455320	3115553	665903	332393	164800	13439890
2025	9889113	3285794	702289	350555	173805	14056488
2026	10342807	3465337	740664	369711	183302	14701374
2027	10817316	3654691	781135	389912	193318	15375846
2028	11313595	3854392	823818	411218	203881	16081261
2029	11832642	4065005	868834	433688	215022	16819040
2030	12375502	4287127	916309	457386	226771	17590667
2031	12943267	4521385	966378	482378	239162	18397694
2032	13537080	4768444	1019183	508737	252231	19241747
2033	14158137	5029003	1074874	536535	266013	20124523
2034	14807686	5303799	1133607	565853	280549	21047799
2035	15487036	5593611	1195550	596772	295879	22013434
2036	16197552	5899259	1260878	629381	312046	23023370
2037	16940666	6221609	1329775	663772	329097	24079640
2038	17717873	6561572	1402437	700042	347080	25184369
2039	18530737	6920112	1479070	738294	366045	26339782
2040	19380893	7298243	1559890	778636	386047	27548203
2041	20270053	7697036	1645126	821183	407141	28812064
2042	21200006	8117620	1735019	866054	429388	30133909
2043	22172623	8561185	1829825	913377	452851	31516397
2044	23189862	9028988	1929811	963286	477596	32962312
2045	24253771	9522353	2035260	1015923	503693	34474562

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2046	25366489	10042677	2146471	1071435	531216	36056192
2047	26530257	10591432	2263760	1129981	560243	37710384
2048	27747417	11170173	2387457	1191725	590855	39440467
2049	29020418	11780537	2517913	1256844	623141	41249924
2050	30351821	12424253	2655497	1325521	657191	43142395
2051	31744307	13103143	2800600	1397951	693102	45121689
2052	33200678	13819129	2953631	1474338	730974	47191789
2053	34723864	14574239	3115025	1554899	770916	49356862
2054	36316931	15370609	3285237	1639862	813041	51621264
2055	37983085	16210495	3464750	1729468	857467	53989553
2056	39725680	17096274	3654072	1823970	904321	56466495
2057	41548221	18030455	3853739	1923636	953736	59057074
2058	43454377	19015681	4064316	2028748	1005850	61766504
2059	45447985	20054742	4286400	2139604	1060812	64600238
2060	47533055	21150580	4520619	2256517	1118777	67563979
2061	49713784	22306297	4767636	2379818	1179910	70663691
2062	51994562	23525165	5028151	2509857	1244383	73905611
2063	54379977	24810635	5302901	2647002	1312379	77296265

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.9 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan *Without Project* Segmen Probolinggo - Lumajang

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	3489035	1057405	157315	104755	38325	6982085
2017	3649106	1115184	165911	110479	40419	7302410
2018	3816520	1176120	174977	116516	42628	7637431
2019	3991615	1240386	184538	122883	44957	7987823
2020	4174743	1308164	194622	129597	47414	8354289
2021	4366272	1379645	205256	136679	50004	8737569
2022	4566589	1455032	216472	144147	52737	9138433
2023	4776096	1534538	228300	152024	55618	9557687
2024	4995214	1618389	240775	160331	58658	9996176
2025	5224385	1706822	253932	169091	61863	10454783

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2026	5464071	1800086	267807	178331	65243	10934429
2027	5714752	1898447	282441	188075	68808	11436080
2028	5976934	2002183	297874	198352	72568	11960747
2029	6251145	2111587	314150	209191	76533	12509484
2030	6537936	2226969	331316	220621	80715	13083396
2031	6837885	2348656	349420	232677	85126	13683638
2032	7151594	2476992	368513	245391	89777	14311419
2033	7479697	2612340	388650	258799	94683	14968000
2034	7822851	2755085	409887	272941	99856	15654705
2035	8181749	2905629	432284	287855	105313	16372914
2036	8557113	3064399	455905	303584	111067	17124073
2037	8949698	3231845	480816	320172	117136	17909694
2038	9360293	3408441	507089	337667	123537	18731358
2039	9789727	3594686	534798	356118	130287	19590719
2040	10238861	3791108	564021	375577	137406	20489505
2041	10708601	3998263	594840	396100	144915	21429526
2042	11199892	4216737	627343	417744	152833	22412673
2043	11713723	4447150	661623	440570	161184	23440926
2044	12251127	4690152	697775	464644	169992	24516352
2045	12813186	4946433	735904	490033	179280	25641118
2046	13401032	5216718	776115	516810	189077	26817485
2047	14015847	5501771	818524	545049	199408	28047822
2048	14658868	5802401	863250	574832	210304	29334605
2049	15331390	6119458	910420	606242	221796	30680423
2050	16034766	6453839	960167	639369	233915	32087984
2051	16770412	6806492	1012633	674306	246697	33560122
2052	17539808	7178415	1067966	711151	260177	35099799
2053	18344502	7570660	1126322	750010	274394	36710113
2054	19186114	7984338	1187867	790992	289387	38394306
2055	20066338	8420621	1252775	834214	305200	40155767
2056	20986944	8880744	1321229	879798	321877	41998040
2057	21949787	9366008	1393424	927872	339465	43924833
2058	22956803	9877789	1469564	978573	358014	45940023

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2059	24010019	10417534	1549864	1032044	377577	48047668
2060	25111555	10986772	1634553	1088438	398209	50252006
2061	26263627	11587115	1723868	1147912	419968	52557476
2062	27468554	12220262	1818065	1210637	442916	54968717
2063	28728761	12888006	1917408	1276789	467118	57490581

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.10 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan *Without Project* Segmen Probolinggo - Kraksaan

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	4268675	1190630	262800	88695	38325	12134060
2017	4464514	1255689	277160	93542	40419	12690748
2018	4669338	1324303	292305	98653	42628	13272977
2019	4883558	1396666	308277	104043	44957	13881917
2020	5107607	1472983	325122	109729	47414	14518793
2021	5341935	1553470	342887	115724	50004	15184889
2022	5587013	1638355	361623	122048	52737	15881544
2023	5843335	1727879	381383	128717	55618	16610160
2024	6111416	1822294	402223	135750	58658	17372204
2025	6391797	1921868	424201	143168	61863	18169209
2026	6685041	2026884	447381	150991	65243	19002779
2027	6991738	2137637	471827	159242	68808	19874591
2028	7312506	2254443	497608	167943	72568	20786401
2029	7647991	2377631	524799	177120	76533	21740043
2030	7998867	2507550	553475	186798	80715	22737436
2031	8365840	2644568	583718	197005	85126	23780588
2032	8749649	2789074	615614	207770	89777	24871598
2033	9151067	2941475	649253	219123	94683	26012662
2034	9570901	3102204	684729	231096	99856	27206075
2035	10009997	3271716	722145	243724	105313	28454240
2036	10469237	3450490	761604	257041	111067	29759668
2037	10949546	3639033	803220	271087	117136	31124987
2038	11451892	3837878	847110	285900	123537	32552944
2039	11977283	4047589	893398	301522	130287	34046414

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2040	12526779	4268759	942215	317998	137406	35608401
2041	13101485	4502014	993700	335374	144915	37242049
2042	13702557	4748014	1047998	353699	152833	38950646
2043	14331205	5007457	1105263	373026	161184	40737630
2044	14988695	5281076	1165657	393409	169992	42606598
2045	15676348	5569646	1229352	414906	179280	44561311
2046	16395551	5873985	1296526	437578	189077	46605702
2047	17147748	6194953	1367372	461488	199408	48743886
2048	17934456	6533459	1442088	486705	210304	50980166
2049	18757256	6890463	1520887	513299	221796	53319043
2050	19617804	7266974	1603992	541347	233915	55765223
2051	20517833	7664058	1691638	570928	246697	58323629
2052	21459154	8082840	1784073	602125	260177	60999410
2053	22443660	8524506	1881559	635026	274394	63797951
2054	23473334	8990304	1984371	669725	289387	66724884
2055	24550248	9481556	2092802	706321	305200	69786100
2056	25676568	9999650	2207158	744916	321877	72987758
2057	26854562	10546054	2327762	785620	339465	76336303
2058	28086600	11122315	2454956	828548	358014	79838473
2059	29375162	11730064	2589101	873821	377577	83501315
2060	30722841	12371022	2730575	921569	398209	87332203
2061	32132348	13047004	2879780	971926	419968	91338844
2062	33606521	13759923	3037138	1025034	442916	95529303
2063	35148327	14511797	3203094	1081044	467118	99912012

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.4.2 Analisa Kinerja Jalan Eksisting *Without Project*

Analisa kinerja jalan eksisting *without project* bertujuan untuk memperkirakan kapasitas dan kepadatan jalan eksisting sebelum adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.

a. Perhitungan Kapasitas Jalan Eksisting

- Kapasitas dasar (C_0) = 6800
- Faktor lebar efektif jalur (FC_{lj}) = 1.00
- Faktor Pemisah Arah (FC_{pa}) = 1.00
- Faktor hambatan samping (FC_{hs}) = 0.98
- $C = C_0 \times FC_{lj} \times FC_{pa} \times FC_{hs}$
 $= 6800 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.98$
 $= 6664 \text{ skr/jam}$

b. Perhitungan Derajat Kejenuhan Jalan Eksisting (*without project*)

Tabel 4.11 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo *Without Project* Dalam Kendaraan/Jam Tahun 2016

Pos	Ruas	Kendaraan/jam						Arus Total
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	
R1	Nguling - Tongas	2385	781	160	73	38	3157	6594
R2	Tongas - Ketapang	1990	613	131	65	32	2829	5662
R3	Probolinggo - Lumajang	1051	319	47	32	12	2104	3565
R4	Probolinggo - Kraksaan	1286	359	79	27	12	3657	5420

Sumber: PT. Multhi Phi Beta Consulting Engineers, 2016

Tabel 4.11 menunjukkan arus lalu lintas di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo (eksisting) pada tahun 2016 dalam satuan kendaraan/jam. Selanjutnya dikalikan dengan ekr di tabel 2.5 untuk merubah ke satuan skr/jam.

Tabel 4.12 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo
Without Project Dalam skr/jam Jam Tahun 2016

Pos	Ruas	skr/jam						Arus Total
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	
R1	Nguling - Tongas	2471	1015	319	145	76	1579	5605
R2	Tongas - Ketapang	2054	798	262	131	65	1415	4724
R3	Probolinggo - Lumajang	1086	467	108	72	26	1399	3158
R4	Probolinggo - Kraksaan	1312	466	158	53	23	1828	3842

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Selanjutnya dilakukan perhitungan derajat kejenuhan yang didapatkan dari perbandingan rasio volume kendaraan terhadap kapasitas yang disajikan dalam skr/jam.

- Arus (Q) = 5605 skr/jam
- Kapasitas (C) = 6664 skr/jam
- DS = $Q/C = 5605/6664 = 0,841$

Perhitungan derajat kejenuhan untuk tahun-tahun berikutnya dan untuk segmen yang lain dilakukan dengan cara yang sama. Hasil perhitungan derajat kejenuhan *without project* disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.13 DS *Without Project* Segmen Nguling - Tongas

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DS = Q/C
2016	5605	6664	0,841
2017	5876	6664	0,882
2018	6160	6664	0,924
2019	6457	6664	0,969
2020	6770	6664	1,016
2021	7097	6664	1,065
2022	7441	6664	1,117
2023	7801	6664	1,171
2024	8178	6664	1,227
2025	8574	6664	1,287
2026	8990	6664	1,349
2027	9425	6664	1,414
2028	9882	6664	1,483
2029	10361	6664	1,555
2030	10864	6664	1,630
2031	11391	6664	1,709
2032	11944	6664	1,792
2033	12524	6664	1,879
2034	13132	6664	1,971
2035	13770	6664	2,066
2036	14439	6664	2,167
2037	15141	6664	2,272
2038	15878	6664	2,383
2039	16650	6664	2,499
2040	17460	6664	2,620
2041	18310	6664	2,748
2042	19202	6664	2,881
2043	20137	6664	3,022
2044	21118	6664	3,169
2045	22148	6664	3,323
2046	23228	6664	3,486
2047	24360	6664	3,656
2048	25549	6664	3,834
2049	26796	6664	4,021
2050	28104	6664	4,217
2051	29477	6664	4,423
2052	30917	6664	4,639
2053	32428	6664	4,866
2054	34013	6664	5,104
2055	35677	6664	5,354
2056	37422	6664	5,616
2057	39253	6664	5,890
2058	41175	6664	6,179
2059	43191	6664	6,481
2060	45307	6664	6,799
2061	47527	6664	7,132
2062	49857	6664	7,482
2063	52302	6664	7,848

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.14 DS *Without Project* Segmen Tongas - Ketapang

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2016	4724	6664	0,709
2017	4952	6664	0,743
2018	5191	6664	0,779
2019	5441	6664	0,816
2020	5704	6664	0,856
2021	5979	6664	0,897
2022	6267	6664	0,940
2023	6570	6664	0,986
2024	6888	6664	1,034
2025	7220	6664	1,083
2026	7569	6664	1,136
2027	7935	6664	1,191
2028	8319	6664	1,248
2029	8722	6664	1,309
2030	9144	6664	1,372
2031	9586	6664	1,439
2032	10051	6664	1,508
2033	10538	6664	1,581
2034	11048	6664	1,658
2035	11584	6664	1,738
2036	12145	6664	1,823
2037	12735	6664	1,911
2038	13352	6664	2,004
2039	14001	6664	2,101
2040	14680	6664	2,203
2041	15393	6664	2,310
2042	16141	6664	2,422
2043	16925	6664	2,540
2044	17748	6664	2,663
2045	18611	6664	2,793
2046	19517	6664	2,929
2047	20466	6664	3,071
2048	21462	6664	3,221
2049	22508	6664	3,377
2050	23604	6664	3,542
2051	24754	6664	3,715
2052	25960	6664	3,896
2053	27226	6664	4,086
2054	28554	6664	4,285
2055	29947	6664	4,494
2056	31409	6664	4,713
2057	32942	6664	4,943
2058	34551	6664	5,185
2059	36239	6664	5,438
2060	38010	6664	5,704
2061	39868	6664	5,983
2062	41817	6664	6,275
2063	43863	6664	6,582

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.15 DS *Without Project* Segmen Probolinggo - Lumajang

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2016	3158	6664	0,474
2017	3309	6664	0,497
2018	3467	6664	0,520
2019	3633	6664	0,545
2020	3807	6664	0,571
2021	3988	6664	0,599
2022	4179	6664	0,627
2023	4379	6664	0,657
2024	4588	6664	0,689
2025	4808	6664	0,721
2026	5038	6664	0,756
2027	5279	6664	0,792
2028	5532	6664	0,830
2029	5797	6664	0,870
2030	6075	6664	0,912
2031	6366	6664	0,955
2032	6671	6664	1,001
2033	6991	6664	1,049
2034	7326	6664	1,099
2035	7678	6664	1,152
2036	8046	6664	1,207
2037	8432	6664	1,265
2038	8837	6664	1,326
2039	9262	6664	1,390
2040	9707	6664	1,457
2041	10173	6664	1,527
2042	10662	6664	1,600
2043	11175	6664	1,677
2044	11712	6664	1,758
2045	12276	6664	1,842
2046	12867	6664	1,931
2047	13486	6664	2,024
2048	14135	6664	2,121
2049	14816	6664	2,223
2050	15530	6664	2,330
2051	16278	6664	2,443
2052	17063	6664	2,561
2053	17886	6664	2,684
2054	18749	6664	2,813
2055	19654	6664	2,949
2056	20602	6664	3,092
2057	21597	6664	3,241
2058	22640	6664	3,397
2059	23734	6664	3,561
2060	24881	6664	3,734
2061	26083	6664	3,914
2062	27345	6664	4,103
2063	28667	6664	4,302

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.16 DS *Without Project* Segmen Probolinggo - Kraksaan

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2016	3842	6664	0,577
2017	4024	6664	0,604
2018	4216	6664	0,633
2019	4416	6664	0,663
2020	4626	6664	0,694
2021	4845	6664	0,727
2022	5076	6664	0,762
2023	5317	6664	0,798
2024	5570	6664	0,836
2025	5835	6664	0,876
2026	6113	6664	0,917
2027	6403	6664	0,961
2028	6708	6664	1,007
2029	7028	6664	1,055
2030	7362	6664	1,105
2031	7713	6664	1,157
2032	8081	6664	1,213
2033	8466	6664	1,270
2034	8869	6664	1,331
2035	9292	6664	1,394
2016	10200	6664	1,531
2037	10200	6664	1,531
2038	10687	6664	1,604
2039	11197	6664	1,680
2040	11731	6664	1,760
2041	12292	6664	1,844
2042	12879	6664	1,933
2043	13494	6664	2,025
2044	14139	6664	2,122
2045	14815	6664	2,223
2046	15523	6664	2,329
2047	16266	6664	2,441
2048	17044	6664	2,558
2049	17860	6664	2,680
2050	18715	6664	2,808
2051	19611	6664	2,943
2052	20550	6664	3,084
2053	21535	6664	3,232
2054	22567	6664	3,386
2055	23648	6664	3,549
2056	24782	6664	3,719
2057	25971	6664	3,897
2058	27217	6664	4,084
2059	28523	6664	4,280
2060	29892	6664	4,486
2061	31327	6664	4,701
2062	32832	6664	4,927
2063	34409	6664	5,163

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.5. Pemilihan Rute

Model pemilihan rute menggunakan metode kurva diversi model logit-binomial. Metode ini menggunakan penghematan waktu perjalanan yaitu selisih waktu perjalanan menggunakan jalan tol dan menggunakan jalan nasional. Dibutuhkan data OD survei untuk mengetahui prosentase potensi kendaraan menggunakan jalan tol.

Tabel 4.17 OD Survei Segmen Grati - Tongas

Uraian	Jenis Kendaraan				
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	311	122	86	46	76
Tidak potensi pindah ke jalan tol	67	17	10	2	1
Jumlah kendaraan asal tersampling	378	139	96	48	77
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	575	185	100	58	86
Tidak potensi pindah ke jalan tol	103	29	8	3	2
Jumlah kendaraan asal tersampling	678	214	108	61	88
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	492	134	200	56	99
Tidak potensi pindah ke jalan tol	95	40	20	6	6
Jumlah kendaraan asal tersampling	587	174	220	62	105

Sumber: Waskita Toll Road, 2015

Tabel 4.18 OD Survei Segmen Tongas - Probolinggo Barat

Uraian	Jenis Kendaraan				
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	542	122	134	70	137
Tidak potensi pindah ke jalan tol	41	15	5	9	9
Jumlah kendaraan asal tersampling	583	137	139	79	146
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	717	92	114	69	68
Tidak potensi pindah ke jalan tol	98	7	17	12	1
Jumlah kendaraan asal tersampling	815	99	131	81	69
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	600	48	64	130	40
Tidak potensi pindah ke jalan tol	167	47	42	32	24
Jumlah kendaraan asal tersampling	767	95	106	162	64

Sumber: Waskita Toll Road, 2015

Tabel 4.19 OD Survei Segmen Probolinggo Barat - Probolinggo Timur

Uraian	Jenis Kendaraan				
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	281	60	103	57	106
Tidak potensi pindah ke jalan tol	328	61	42	17	27
Jumlah kendaraan asal tersampling	609	121	145	74	133
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	247	87	145	75	163
Tidak potensi pindah ke jalan tol	253	62	78	42	41
Jumlah kendaraan asal tersampling	500	149	223	117	204
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	152	102	155	125	253
Tidak potensi pindah ke jalan tol	220	77	38	25	39
Jumlah kendaraan asal tersampling	372	179	193	150	292

Sumber: Waskita Toll Road, 2015

Dilakukan perhitungan prosentase potensi kendaraan menggunakan jalan tol dengan cara membagi potensi kendaraan pindah ke jalan tol dan jumlah kendaraan tersampling. Hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.20 Rekap Hasil OD Survai

Jenis Kendaraan				
Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Segmen Grati - Tongas				
83,6%	83,7%	91,0%	93,7%	96,9%
Segmen Tongas - Prob. Barat				
86,4%	77,5%	81,3%	84,7%	85,0%
Segmen Prob. Barat - Prob. Timur				
45,5%	55,0%	72,1%	74,8%	82,1%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.21 Kecepatan Kendaraan

Golongan	Kecepatan di Jalan Nasional (km/jam)	Kecepatan di Jalan Tol (km/jam)
I	48,3	75
II	38,6	60
III	26,1	60
IV	26,1	60
V	26,1	60

Sumber: Pengolahan Data, 2018

Kecepatan di jalan nasional merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil survei penelitian sebelumnya pada tahun 2016, sedangkan kecepatan di jalan tol merupakan asumsi dari kecepatan yang digunakan untuk menghitung biaya operasional kendaraan (BOK) di jalan tol.

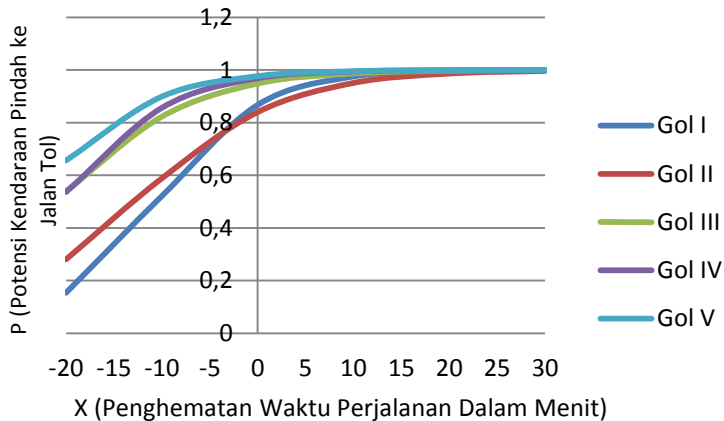
Kemudian telah diketahui nilai P yang merupakan prosentasi potensi kendaraan menggunakan jalan tol dan penghematan waktu perjalanan sebagai X seperti contoh perhitungan berikut pada golongan I di seksi 2.

- $X = \text{waktu tempuh jln nasional} - \text{waktu tempuh jln tol}$
 $= 7,71 - 5,52 = 2,19 \text{ menit}$
- $P = 86,3\% = 0,863$
- $Y = \log_e \left(\frac{P}{1-P} \right) = \ln \left(\frac{0,863}{1-0,863} \right) = 1,8481$
- $b = \frac{(3 \times 12,93) - (13,00 \times 3,30)}{(3 \times 63,96) - 13,00^2} = -0,1791$
- $a = 1,1 - (-0,1791 \times 4,33) = 1,876$
- $P = \frac{\exp(1,876 - 0,1791(2,19))}{1 + \exp(1,876 - 0,1791(2,19))} = 0,82$

Tabel 4.22 Perhitungan Logit-Binomial Untuk Golongan I

Segmen Jalan	TT Jln Nas	TT Jln Tol	X	P	Y	X.Y	X ²	exp (a+bX)	P
Seksi 1	16.11	10.13	5.99	0.836331	1.631181	9.769238	35.87	2.23	0.69
Seksi 2	7.71	5.52	2.19	0.863899	1.848059	4.040255	4.78	4.41	0.82
Seksi 3	13.55	8.72	4.83	0.454671	-0.181813	-0.877799	23.31	2.75	0.73
			13.00		3.30	12.93	63.96		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.2 Kurva Diversi Model Logit Binomial Nisbah Waktu Tempuh

Berdasarkan kurva pada Gambar 4.2 terlihat bahwa semakin banyak waktu perjalanan yang dihemat, semakin besar prosentase pindah ke jalan tol. Sebanyak 86,7% pengendara golongan I akan memilih jalan tol Pasuruan – Probolinggo meskipun waktu tempuh perjalanan menggunakan jalan nasional sama dengan waktu tempuh menggunakan jalan tol. Kurva diversifikasi untuk kendaraan golongan yang lain disajikan pada grafik di atas menunjukkan sebanyak 84% pengendara golongan II, pengendara golongan III sebanyak 94,8%, pengendara golongan IV sebanyak 96,8% dan pengendara golongan V sebanyak 97,6% akan memilih berpindah ke jalan tol Pasuruan – Probolinggo meskipun waktu tempuh perjalanan

menggunakan jalan nasional sama dengan waktu tempuh menggunakan jalan tol.

Perhitungan prosentasi potensi kendaraan pindah ke jalan tol untuk golongan II-V dilakukan dengan langkah yang sama seperti perhitungan untuk golongan I. Hasil perhitungan prosentasi potensi kendaraan pindah ke jalan tol dirangkum dalam Tabel 4.23 di bawah ini.

Tabel 4.23 Prosentase kendaraan pindah ke jalan tol

Segmen Jalan	P				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
Seksi 2	0.82	0.79	0.87	0.90	0.93
Seksi 3	0.73	0.70	0.72	0.75	0.82

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

4.5.1. Analisa Peramalan (*Forecasting*) Volume Lalu Lintas *With Project*

Analisa volume lalu lintas *with project* merupakan hasil perhitungan peramalan volume lalu lintas setiap tahunnya di Jalan Nasional Pasuruan- Probolinggo (eksisting) dan ruas jalan tol selama 45 tahun kedepan.

a. Volume Lalu Lintas Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 2 dan 3

Perhitungan volume lalu lintas *with project* ini sama dengan perhitungan volume lalu lintas *without project*, namun untuk *forecasting* jalan tol didapatkan dari hasil perkalian antara prosentase perpindahan kendaraan ke jalan tol hasil dari model pemilihan rute dengan volume lalu lintas *with project* kecuali untuk golongan VI yang merupakan sepeda motor karena tidak ada perpindahan ke jalan tol. Berikut adalah contoh peramalan volume lalu lintas di Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 2 tahun 2019.

- Golongan I = $(9053791 + (0.5 \times 7555631)) \times (0.82) = 10459960$ kend/tahun.....(Tabel 4.24)

- Golongan II = $(3040488 + (0.5 \times 2387861))(0.79) = 3327537$ kend/tahun.....(Tabel 4.24)
- Golongan III = $(620942 + (0.5 \times 510370))(0.87) = 761996$ kend/tahun.....(Tabel 4.24)
- Golongan IV = $(282587 + (0.5 \times 254757))(0.90) = 369660$ kend/tahun.....(Tabel 4.24)
- Golongan V = $(147288 + (0.5 \times 126308))(0.93) = 195754$ kend/tahun.....(Tabel 4.24)

Perhitungan untuk tahun-tahun berikutnya dan untuk seksi 3 dilakukan dengan langkah yang sama. Hasil perhitungan analisa peramalan volume lalu lintas *with project* di jalan tol disajikan pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25 di bawah ini.

Tabel 4.24 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2019	10459960	3327537	761996	369660	195754
2020	10939844	3509362	803633	389859	206451
2021	11441744	3701121	847546	411162	217731
2022	11966670	3903359	893858	433629	229629
2023	12515679	4116648	942700	457323	242176
2024	13089875	4341591	994212	482313	255409
2025	13690415	4578826	1048538	508667	269366
2026	14318506	4829024	1105832	536462	284084
2027	14975412	5092893	1166257	565776	299607
2028	15662457	5371180	1229984	596691	315979
2029	16381022	5664674	1297194	629295	333244
2030	17132553	5974205	1368075	663682	351454
2031	17918563	6300650	1442830	699947	370658
2032	18740634	6644932	1521670	738194	390911
2033	19600420	7008026	1604817	778530	412272
2034	20499651	7390961	1692508	821071	434799

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2035	21440138	7794821	1784991	865936	458558
2036	22423772	8220748	1882527	913253	483614
2037	23452533	8669949	1985393	963155	510040
2038	24528493	9143695	2093879	1015784	537910
2039	25653815	9643328	2208293	1071289	567303
2040	26830765	10170262	2328960	1129827	598301
2041	28061711	10725988	2456220	1191563	630994
2042	29349131	11312081	2590433	1256673	665473
2043	30695616	11930200	2731980	1325340	701836
2044	32103874	12582094	2881262	1397760	740186
2045	33576741	13269609	3038701	1474137	780631
2046	35117180	13994691	3204743	1554687	823287
2047	36728292	14759394	3379857	1639639	868273
2048	38413319	15565881	3564541	1729233	915718
2049	40175652	16416437	3759316	1823722	965755
2050	42018837	17313470	3964733	1923374	1018526
2051	43946584	18259518	4181376	2028472	1074180
2052	45962773	19257261	4409856	2139312	1132876
2053	48071461	20309523	4650821	2256209	1194779
2054	50276891	21419282	4904952	2379494	1260065
2055	52583503	22589682	5172970	2509515	1328917
2056	54995937	23824035	5455633	2646641	1401533
2057	57519050	25125835	5753742	2791259	1478116
2058	60157919	26498770	6068140	2943780	1558883
2059	62917854	27946724	6399717	3104635	1644064
2060	65804410	29473798	6749413	3274280	1733900
2061	68823396	31084315	7118216	3453194	1828644
2062	71980887	32782835	7507172	3641885	1928565
2063	75283238	34574165	7917382	3840886	2033947

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.25 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan -
 Probolinggo Seksi 3

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2019	9586501	2796466	578487	285207	132844
2020	10026312	2949272	610096	300792	140102
2021	10486301	3110427	643434	317228	147758
2022	10967393	3280388	678592	334562	155832
2023	11470557	3459636	715672	352843	164347
2024	11996805	3648679	754778	372123	173327
2025	12547196	3848051	796021	392457	182798
2026	13122839	4058317	839517	413902	192787
2027	13724891	4280073	885391	436518	203321
2028	14354563	4513947	933770	460370	214431
2029	15013125	4760599	984794	485526	226148
2030	15701899	5020729	1038605	512056	238505
2031	16422274	5295074	1095357	540036	251538
2032	17175697	5584409	1155210	569545	265282
2033	17963687	5889554	1218333	600667	279778
2034	18787828	6211373	1284906	633488	295065
2035	19649779	6550777	1355116	668104	311189
2036	20551275	6908727	1429163	704610	328193
2037	21494130	7286235	1507256	743112	346126
2038	22480241	7684372	1589615	783717	365039
2039	23511593	8104264	1676476	826541	384986
2040	24590262	8547100	1768082	871706	406022
2041	25718418	9014134	1864694	919338	428208
2042	26898332	9506687	1966586	969572	451606
2043	28132378	10026155	2074045	1022552	476283
2044	29423040	10574007	2187375	1078427	502308
2045	30772915	11151796	2306898	1137354	529756

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2046	32184720	11761156	2432953	1199502	558703
2047	33661296	12403813	2565895	1265046	589232
2048	35205615	13081586	2706101	1334171	621429
2049	36820784	13796394	2853969	1407073	655385
2050	38510054	14550261	3009917	1483959	691197
2051	40276825	15345322	3174386	1565046	728965
2052	42124652	16183826	3347841	1650563	768798
2053	44057253	17068148	3530775	1740754	810806
2054	46078519	18000791	3723705	1835873	855111
2055	48192517	18984396	3927177	1936189	901836
2056	50403502	20021748	4141767	2041987	951115
2057	52715922	21115783	4368083	2153566	1003086
2058	55134432	22269599	4606765	2271242	1057897
2059	57663899	23486461	4858490	2395348	1115703
2060	60309413	24769816	5123969	2526235	1176667
2061	63076298	26123297	5403954	2664275	1240963
2062	65970123	27550735	5699239	2809857	1308772
2063	68996711	29056171	6010659	2963394	1380286

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

b. Volume Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo

Perhitungan volume lalu lintas jalan nasional Pasuruan – Probolinggo setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 (*with project*) diperoleh dari selisih antara volume jalan nasional *without project* dan volume jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.

Hasil dari perhitungan volume jalan nasional Pasuruan – Probolinggo *with project* disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.26 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan *With Project* Jalan Nasional Segmen Nguling - Tongas

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	7913839	2591956	529341	240900	125560	10477051
2017	8276911	2733587	558266	254063	132421	10957719
2018	8656641	2882956	588771	267946	139657	11460439
2019	1673399	651178	80889	27782	10280	11986223
2020	1750172	686760	85309	29300	10842	12536129
2021	1830466	724286	89970	30901	11434	13111264
2022	1914445	763863	94886	32590	12059	13712785
2023	2002276	805602	100071	34371	12718	14341902
2024	2094137	849622	105539	36249	13413	14999882
2025	2190212	896048	111306	38229	14146	15688049
2026	2290695	945010	117388	40318	14919	16407788
2027	2395788	996647	123802	42522	15734	17160547
2028	2505702	1051106	130567	44845	16593	17947842
2029	2620659	1108541	137702	47295	17500	18771256
2030	2740890	1169115	145226	49880	18456	19632447
2031	2866637	1232998	153162	52605	19465	20533147
2032	2998153	1300372	161531	55480	20528	21475171
2033	3135703	1371427	170357	58511	21650	22460412
2034	3279563	1446365	179666	61709	22833	23490855
2035	3430023	1525398	189483	65080	24081	24568572
2036	3587387	1608749	199837	68637	25397	25695733
2037	3751969	1696655	210757	72387	26784	26874606
2038	3924103	1789364	222273	76342	28248	28107564
2039	4104133	1887139	234418	80514	29792	29397087
2040	4292424	1990256	247228	84913	31419	30745772
2041	4489352	2099009	260737	89553	33136	32156332
2042	4695315	2213703	274984	94447	34947	33631605
2043	4910728	2334665	290010	99607	36856	35174561
2044	5136023	2462237	305856	105050	38870	36788306
2045	5371654	2596779	322569	110790	40994	38476086
2046	5618096	2738673	340195	116844	43234	40241298
2047	5875844	2888321	358784	123229	45597	42087495
2048	6145417	3046145	378389	129962	48088	44018392
2049	6427357	3212594	399065	137064	50716	46037876

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2050	6722233	3388138	420871	144553	53487	48150009
2051	7030636	3573273	443868	152452	56410	50359043
2052	7353189	3768525	468122	160783	59492	52669424
2053	7690540	3974446	493702	169568	62743	55085800
2054	8043368	4191619	520679	178834	66172	57613036
2055	8412383	4420659	549130	188606	69787	60256216
2056	8798328	4662214	579135	198911	73601	63020661
2057	9201979	4916969	610781	209780	77622	65911934
2058	9624149	5185643	644155	221243	81864	68935852
2059	10065687	5468999	679353	233332	86337	72098503
2060	10527482	5767838	716475	246082	91055	75406250
2061	11010464	6083006	755625	259529	96030	78865751
2062	11515604	6415395	796914	273710	101277	82483967
2063	12043918	6765948	840459	288666	106811	86268180

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.27 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Tongas - Ketapang

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	6604310	2035605	435080	217175	107675	9387435
2017	6907304	2146835	458854	229042	113559	9818113
2018	7224198	2264143	483927	241557	119764	10268550
2019	1396496	511406	66485	25046	8816	10739653
2020	1460565	539350	70117	26415	9297	11232368
2021	1527573	568822	73949	27858	9805	11747689
2022	1597655	599903	77990	29380	10341	12286651
2023	1670953	632683	82251	30986	10906	12850340
2024	1747613	667255	86746	32679	11502	13439890
2025	1827790	703715	91486	34464	12131	14056488
2026	1911646	742168	96484	36348	12793	14701374
2027	1999349	782722	101757	38334	13493	15375846
2028	2091075	825491	107317	40428	14230	16081261
2029	2187010	870598	113181	42638	15007	16819040
2030	2287346	918170	119365	44967	15827	17590667

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2031	2392285	968340	125888	47424	16692	18397694
2032	2502039	1021253	132767	50016	17604	19241747
2033	2616828	1077057	140021	52749	18566	20124523
2034	2736883	1135909	147672	55631	19581	21047799
2035	2862446	1197978	155741	58671	20651	22013434
2036	2993770	1263438	164252	61877	21779	23023370
2037	3131119	1332476	173227	65258	22969	24079640
2038	3274769	1405285	182692	68824	24224	25184369
2039	3425009	1482073	192675	72585	25548	26339782
2040	3582142	1563057	203203	76551	26944	27548203
2041	3746484	1648466	214307	80734	28416	28812064
2042	3918366	1738542	226017	85145	29969	30133909
2043	4098134	1833540	238367	89798	31607	31516397
2044	4286148	1933729	251392	94704	33334	32962312
2045	4482789	2039393	265128	99879	35155	34474562
2046	4688451	2150830	279616	105337	37076	36056192
2047	4903549	2268356	294895	111093	39102	37710384
2048	5128515	2392305	311008	117163	41239	39440467
2049	5363802	2523026	328002	123565	43492	41249924
2050	5609883	2660890	345925	130317	45868	43142395
2051	5867254	2806287	364827	137438	48375	45121689
2052	6136433	2959629	384762	144948	51018	47191789
2053	6417961	3121350	405787	152868	53806	49356862
2054	6712406	3291908	427960	161221	56746	51621264
2055	7020358	3471785	451345	170031	59847	53989553
2056	7342440	3661492	476007	179322	63117	56466495
2057	7679297	3861564	502017	189120	66566	59057074
2058	8031609	4072569	529449	199454	70203	61766504
2059	8400085	4295104	558379	210353	74039	64600238
2060	8785465	4529798	588890	221847	78085	67563979
2061	9188526	4777317	621068	233969	82351	70663691
2062	9610079	5038361	655005	246754	86851	73905611
2063	10050972	5313669	690796	260237	91597	77296265

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.28 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Probolinggo - Lumajang

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	3489035	1057405	157315	104755	38325	6982085
2017	3649106	1115184	165911	110479	40419	7302410
2018	3816520	1176120	174977	116516	42628	7637431
2019	1065117	366329	51028	30635	7908	7987823
2020	1113983	386346	53816	32309	8340	8354289
2021	1165090	407457	56756	34075	8796	8737569
2022	1218543	429722	59858	35937	9277	9138433
2023	1274447	453203	63128	37900	9784	9557687
2024	1332916	477967	66578	39971	10318	9996176
2025	1394068	504084	70216	42155	10882	10454783
2026	1458025	531628	74053	44459	11477	10934429
2027	1524917	560678	78099	46888	12104	11436080
2028	1594877	591314	82367	49450	12765	11960747
2029	1668047	623625	86867	52152	13463	12509484
2030	1744574	657701	91614	55002	14199	13083396
2031	1824612	693640	96620	58008	14974	13683638
2032	1908322	731542	101899	61177	15793	14311419
2033	1995872	771515	107468	64520	16656	14968000
2034	2087439	813672	113340	68046	17566	15654705
2035	2183207	858133	119533	71764	18525	16372914
2036	2283369	905024	126065	75685	19538	17124073
2037	2388126	954476	132953	79821	20605	17909694
2038	2497689	1006631	140218	84182	21731	18731358
2039	2612278	1061636	147880	88782	22919	19590719
2040	2732124	1119646	155960	93634	24171	20489505
2041	2857469	1180826	164482	98750	25492	21429526
2042	2988565	1245349	173470	104146	26885	22412673
2043	3125675	1313398	182949	109837	28354	23440926
2044	3269075	1385165	192945	115838	29903	24516352
2045	3419054	1460854	203488	122168	31537	25641118
2046	3575914	1540678	214607	128844	33260	26817485
2047	3739970	1624864	226334	135884	35078	28047822
2048	3911553	1713651	238702	143309	36994	29334605
2049	4091008	1807289	251745	151140	39016	30680423

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2050	4278696	1906043	265501	159398	41148	32087984
2051	4474995	2010194	280008	168108	43396	33560122
2052	4680299	2120035	295309	177294	45767	35099799
2053	4895023	2235879	311445	186982	48268	36710113
2054	5119598	2358053	328463	197199	50906	38394306
2055	5354475	2486902	346411	207974	53687	40155767
2056	5600129	2622792	365340	219339	56621	41998040
2057	5857053	2766108	385303	231324	59715	43924833
2058	6125763	2917255	406357	243964	62978	45940023
2059	6406802	3076660	428561	257295	66419	48047668
2060	6700735	3244776	451978	271354	70048	50252006
2061	7008152	3422078	476675	286181	73876	52557476
2062	7329673	3609068	502722	301819	77913	54968717
2063	7665945	3806276	530192	318311	82170	57490581

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.29 Hasil Forecast Lalu Lintas Tahunan With Project Jalan Nasional Segmen Probolinggo - Kraksaan

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2016	4268675	1190630	262800	88695	38325	12134060
2017	4464514	1255689	277160	93542	40419	12690748
2018	4669338	1324303	292305	98653	42628	13272977
2019	1303122	412484	85243	25939	7908	13881917
2020	1362907	435023	89901	27356	8340	14518793
2021	1425435	458794	94813	28851	8796	15184889
2022	1490831	483863	99994	30427	9277	15881544
2023	1559228	510303	105458	32090	9784	16610160
2024	1630762	538187	111221	33843	10318	17372204
2025	1705579	567595	117298	35693	10882	18169209
2026	1783828	598609	123708	37643	11477	19002779
2027	1865666	631319	130467	39700	12104	19874591
2028	1951260	665815	137596	41869	12765	20786401
2029	2040780	702197	145115	44157	13463	21740043
2030	2134407	740567	153044	46570	14199	22737436

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI
2031	2232330	781033	161407	49114	14974	23780588
2032	2334745	823710	170227	51798	15793	24871598
2033	2441859	868720	179528	54629	16656	26012662
2034	2553887	916189	189338	57614	17566	27206075
2035	2671054	966252	199684	60762	18525	28454240
2036	2793598	1019050	210595	64082	19538	29759668
2037	2921763	1074733	222102	67584	20605	31124987
2038	3055808	1133459	234239	71276	21731	32552944
2039	3196003	1195394	247038	75171	22919	34046414
2040	3342629	1260713	260537	79279	24171	35608401
2041	3495983	1329601	274773	83611	25492	37242049
2042	3656372	1402254	289787	88179	26885	38950646
2043	3824120	1478876	305622	92998	28354	40737630
2044	3999564	1559685	322322	98079	29903	42606598
2045	4183056	1644910	339934	103439	31537	44561311
2046	4374967	1734792	358509	109091	33260	46605702
2047	4575683	1829585	378099	115052	35078	48743886
2048	4785607	1929558	398759	121338	36994	50980166
2049	5005162	2034993	420548	127969	39016	53319043
2050	5234789	2146190	443528	134961	41148	55765223
2051	5474952	2263463	467763	142336	43396	58323629
2052	5726133	2387144	493323	150113	45767	60999410
2053	5988837	2517583	520279	158316	48268	63797951
2054	6263594	2655150	548708	166966	50906	66724884
2055	6550956	2800233	578691	176090	53687	69786100
2056	6851502	2953244	610312	185712	56621	72987758
2057	7165836	3114617	643661	195860	59715	76336303
2058	7494592	3284806	678832	206562	62978	79838473
2059	7838430	3464296	715925	217849	66419	83501315
2060	8198043	3653593	755045	229753	70048	87332203
2061	8574154	3853234	796302	242307	73876	91338844
2062	8967520	4063784	839814	255547	77913	95529303
2063	9378934	4285838	885704	269511	82170	99912012

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Pada tabel 4.26 – tabel 4.29, volume kendaraan golongan I – V jalan nasional Pasuruan – Probolinggo setelah adanya pembangunan jalan tol berkurang, namun volume kendaraan golongan VI tetap karena golongan VI merupakan sepeda motor dan tidak berpindah ke jalan tol.

c. Perhitungan Derajat Kejenuhan Jalan Eksisting (*with project*)

Tabel 4.30 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo
With Project Dalam skr/jam Jam Tahun 2019

Pos	Ruas	skr/jam						Arus Total
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	
R1	Nguling - Tongas	522	255	49	90	6	1806	2729
R2	Tongas - Ketapang	434	200	40	15	5	1415	2110
R3	Probolinggo - Lumajang	332	162	35	21	5	1399	1954
R4	Probolinggo - Kraksaan	401	162	51	16	5	1828	2462

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.30 menunjukkan arus lalu lintas di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 pada tahun 2019 dalam satuan skr/jam.

Selanjutnya dilakukan perhitungan derajat kejenuhan yang didapatkan dari perbandingan rasio volume kendaraan terhadap kapasitas yang disajikan dalam skr/jam.

- Arus (Q) = 2729 skr/jam
- Kapasitas (C) = 6664 skr/jam
- DS = $Q/C = 2729/6664 = 0,410$

Perhitungan derajat kejenuhan untuk tahun-tahun berikutnya dan untuk segmen yang lain dilakukan dengan cara yang sama.

Tabel 4.31 DS *With Project* Segmen Nguling - Tongas

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DS = Q/C
2019	2729	6664	0,410
2020	2858	6664	0,429
2021	2992	6664	0,449
2022	3134	6664	0,470
2023	3282	6664	0,492
2024	3436	6664	0,516
2025	3599	6664	0,540
2026	3769	6664	0,566
2027	3947	6664	0,592
2028	4133	6664	0,620
2029	4328	6664	0,650
2030	4533	6664	0,680
2031	4747	6664	0,712
2032	4972	6664	0,746
2033	5207	6664	0,781
2034	5453	6664	0,818
2035	5711	6664	0,857
2036	5981	6664	0,898
2037	6264	6664	0,940
2038	6561	6664	0,984
2039	6871	6664	1,031
2040	7197	6664	1,080
2041	7538	6664	1,131
2042	7895	6664	1,185
2043	8269	6664	1,241
2044	8661	6664	1,300
2045	9071	6664	1,361
2046	9502	6664	1,426
2047	9952	6664	1,493
2048	10424	6664	1,564
2049	10919	6664	1,639
2050	11437	6664	1,716
2051	11980	6664	1,798
2052	12549	6664	1,883
2053	13145	6664	1,973
2054	13770	6664	2,066
2055	14424	6664	2,164
2056	15110	6664	2,267
2057	15828	6664	2,375
2058	16581	6664	2,488
2059	17369	6664	2,606
2060	18196	6664	2,730
2061	19061	6664	2,860
2062	19969	6664	2,996
2063	20919	6664	3,139

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.32 DS With Project Segmen Tongas- Ketapang

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2019	2110	6664	0,317
2020	2209	6664	0,331
2021	2313	6664	0,347
2022	2421	6664	0,363
2023	2535	6664	0,380
2024	2654	6664	0,398
2025	2779	6664	0,417
2026	2909	6664	0,437
2027	3046	6664	0,457
2028	3189	6664	0,479
2029	3340	6664	0,501
2030	3497	6664	0,525
2031	3661	6664	0,549
2032	3833	6664	0,575
2033	4014	6664	0,602
2034	4203	6664	0,631
2035	4401	6664	0,660
2036	4608	6664	0,691
2037	4825	6664	0,724
2038	5052	6664	0,758
2039	5290	6664	0,794
2040	5540	6664	0,831
2041	5801	6664	0,870
2042	6074	6664	0,912
2043	6361	6664	0,955
2044	6661	6664	1,000
2045	6975	6664	1,047
2046	7304	6664	1,096
2047	7649	6664	1,148
2048	8010	6664	1,202
2049	8388	6664	1,259
2050	8784	6664	1,318
2051	9199	6664	1,380
2052	9634	6664	1,446
2053	10089	6664	1,514
2054	10566	6664	1,586
2055	11065	6664	1,660
2056	11588	6664	1,739
2057	12136	6664	1,821
2058	12711	6664	1,907
2059	13312	6664	1,998
2060	13942	6664	2,092
2061	14602	6664	2,191
2062	15293	6664	2,295
2063	16017	6664	2,404

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.33 DS With Project Segmen Probolinggo - Lumajang

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2019	1954	6664	0,293
2020	2046	6664	0,307
2021	2142	6664	0,321
2022	2242	6664	0,336
2023	2347	6664	0,352
2024	2457	6664	0,369
2025	2573	6664	0,386
2026	2693	6664	0,404
2027	2820	6664	0,423
2028	2952	6664	0,443
2029	3091	6664	0,464
2030	3236	6664	0,486
2031	3388	6664	0,508
2032	3547	6664	0,532
2033	3713	6664	0,557
2034	3888	6664	0,583
2035	4071	6664	0,611
2036	4262	6664	0,640
2037	4462	6664	0,670
2038	4672	6664	0,701
2039	4892	6664	0,734
2040	5122	6664	0,769
2041	5363	6664	0,805
2042	5615	6664	0,843
2043	5880	6664	0,882
2044	6156	6664	0,924
2045	6446	6664	0,967
2046	6750	6664	1,013
2047	7068	6664	1,061
2048	7401	6664	1,111
2049	7749	6664	1,163
2050	8114	6664	1,218
2051	8497	6664	1,275
2052	8897	6664	1,335
2053	9317	6664	1,398
2054	9756	6664	1,464
2055	10216	6664	1,533
2056	10698	6664	1,605
2057	11203	6664	1,681
2058	11732	6664	1,761
2059	12286	6664	1,844
2060	12866	6664	1,931
2061	13474	6664	2,022
2062	14110	6664	2,117
2063	14777	6664	2,217

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 4.34 DS With Project Segmen Probolinggo - Kraksaan

Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DJ = Q/C
2019	2462	6664	0,370
2020	2577	6664	0,387
2021	2698	6664	0,405
2022	2824	6664	0,424
2023	2956	6664	0,444
2024	3094	6664	0,464
2025	3239	6664	0,486
2026	3390	6664	0,509
2027	3548	6664	0,532
2028	3714	6664	0,557
2029	3888	6664	0,583
2030	4070	6664	0,611
2031	4260	6664	0,639
2032	4460	6664	0,669
2033	4668	6664	0,701
2034	4887	6664	0,733
2035	5116	6664	0,768
2036	5355	6664	0,804
2037	5606	6664	0,841
2038	5868	6664	0,881
2039	6143	6664	0,922
2040	6431	6664	0,965
2041	6732	6664	1,010
2042	7048	6664	1,058
2043	7378	6664	1,107
2044	7724	6664	1,159
2045	8086	6664	1,213
2046	8465	6664	1,270
2047	8862	6664	1,330
2048	9278	6664	1,392
2049	9713	6664	1,458
2050	10169	6664	1,526
2051	10646	6664	1,597
2052	11145	6664	1,672
2053	11668	6664	1,751
2054	12216	6664	1,833
2055	12790	6664	1,919
2056	13391	6664	2,009
2057	14020	6664	2,104
2058	14678	6664	2,203
2059	15368	6664	2,306
2060	16090	6664	2,414
2061	16846	6664	2,528
2062	17638	6664	2,647
2063	18468	6664	2,771

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

4.6. Inflasi Bank Indonesia

Inflasi Bank Indonesia digunakan dalam perhitungan nilai waktu sebagai nilai pertumbuhan (i) dengan menggunakan data dari tahun 2003 hingga 2017. Berdasarkan Tabel 4.35 dibawah, maka rata-rata inflasi tahun 2003 hingga tahun 2017 adalah sebesar **6,67%**.

Tabel 4.35 Data Inflasi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-Rata
2003	8.68%	7.60%	7.17%	7.62%	7.15%	6.98%	6.27%	6.51%	6.33%	6.48%	5.53%	5.16%	6.79%
2004	4.82%	4.60%	5.11%	5.92%	6.47%	6.83%	7.20%	6.67%	6.27%	6.22%	6.18%	6.40%	6.06%
2005	7.32%	7.15%	8.81%	8.12%	7.40%	7.42%	7.84%	8.33%	9.06%	17.89%	18.38%	17.11%	10.40%
2006	17.03%	17.92%	15.74%	15.40%	15.60%	15.53%	15.15%	14.90%	14.55%	6.29%	5.27%	6.60%	13.33%
2007	6.26%	6.30%	6.52%	6.29%	6.01%	5.77%	6.06%	6.51%	6.95%	6.88%	6.71%	6.59%	6.40%
2008	7.36%	7.40%	8.17%	8.96%	10.38%	11.03%	11.90%	11.85%	12.14%	11.77%	11.68%	11.06%	10.31%
2009	9.17%	8.60%	7.92%	7.31%	6.04%	3.65%	2.71%	2.75%	2.83%	2.57%	2.41%	2.78%	4.90%
2010	3.72%	3.81%	3.43%	3.91%	4.16%	5.05%	6.22%	6.44%	5.80%	5.67%	6.33%	6.96%	5.13%
2011	7.02%	6.84%	6.65%	6.16%	5.98%	5.54%	4.61%	4.79%	4.61%	4.42%	4.15%	3.79%	5.38%
2012	3.65%	3.56%	3.97%	4.50%	4.45%	4.53%	4.56%	4.58%	4.31%	4.61%	4.32%	4.30%	4.28%
2013	4.57%	5.31%	5.90%	5.57%	5.47%	5.90%	8.61%	8.79%	8.40%	8.32%	8.37%	8.38%	6.97%
2014	8.22%	7.75%	7.32%	7.25%	7.32%	6.70%	4.53%	3.99%	4.53%	4.83%	6.23%	8.36%	6.42%
2015	6.96%	6.29%	6.38%	6.79%	7.15%	7.26%	7.26%	7.18%	6.83%	6.25%	4.89%	3.35%	6.38%
2016	4.14%	4.42%	4.45%	3.60%	3.33%	3.45%	3.21%	2.79%	3.07%	3.31%	3.58%	3.02%	3.53%
2017	3.49%	3.83%	3.61%	4.17%	4.33%	4.37%	3.88%	3.82%	3.72%	3.58%	3.30%	3.61%	3.81%
Rata - Rata Inflasi													6.67%

Sumber: Bank Indonesia, 2018

4.7. Biaya Investasi

Biaya investasi jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 terdiri dari biaya konstruksi termasuk biaya pembebasan lahan dan biaya pemeliharaan. Data ini digunakan untuk menghitung BCR dan NPV.

Tabel 4.36 Biaya Konstruksi Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

	Seksi 2	Seksi 3
Uraian	Biaya	Biaya
Pengadaan Tanah	Rp 36,007,198,083	Rp 56,880,936,102
Konstruksi	Rp 363,637,000,000	Rp 599,342,000,000
Peralatan Tol	Rp 6,994,351,438	Rp 11,049,047,923
Desain + AMDAL	Rp 3,384,527,157	Rp 5,346,571,885
Supervisi	Rp 6,133,284,345	Rp 9,688,811,502
Eskalasi	Rp 125,820,287,540	Rp 198,759,584,665
Kontigensi	Rp 14,332,600,639	Rp 22,641,354,633
PPN (10%)	Rp 50,166,306,709	Rp 79,248,223,642
Overhead	Rp 7,457,731,629	Rp 11,781,054,313
Bunga Masa Konstruksi	Rp 44,056,389,776	Rp 69,596,325,879
Biaya Finansial	Rp 19,463,511,182	Rp 30,746,706,070
TOTAL	Rp 677,453,188,498	Rp 1,095,080,616,613

Sumber: PT. Trans Jawa Paspro Jalan Tol, 2011

Tabel 4.37 Biaya Pemeliharaan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

	Seksi 2	Seksi 3
Uraian	Biaya	Biaya
Pemeliharaan Rutin	Rp 6,774,531,885	Rp 10,950,806,166
Pemeliharaan berkala	Rp 20,323,595,655	Rp 32,852,418,498

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Biaya pemeliharaan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 terdiri dari biaya pemeliharaan rutin setiap tahun dan biaya pemeliharaan berkala setiap 5 tahun. Biaya pemeliharaan rutin diasumsikan sebesar 1% dari biaya konstruksi, sedangkan biaya pemeliharaan berkala 5 tahunan diasumsikan sebesar 3% dari biaya konstruksi.

Biaya investasi di atas merupakan harga di tahun 2011 sehingga harus dikalikan dengan rata-rata inflasi setiap tahun (Tabel 4.35) untuk dijadikan nilai rupiah sekarang.

Tabel 4.38 Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3 Tahun 2017

	Seksi 2	Seksi 3
Uraian	Biaya	Biaya
Biaya konstruksi	Rp 919,419,926,012	Rp 1,486,211,824,813
Pemeliharaan Rutin	Rp 9,194,199,260	Rp 14,862,118,248
Pemeliharaan berkala	Rp 27,582,597,780	Rp 44,586,354,744

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

4.8. Komponen Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Berdasarkan hasil studi literatur dan survai lapangan, diperoleh komponen dan biaya yang akan digunakan pada perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK).

Tabel 4.39 Upah Minimal Kerja Tahun 2018

Kab/Kota	UMK (Rp/bulan)	UMK (Rp/jam)
Kab. Probolinggo	Rp 2,042,900.06	Rp 11,607.39
Kota Probolinggo	Rp 1,886,387.56	Rp 10,718.11

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur, 2017

Tabel 4.40 Harga Komponen Kendaraan

Komponen	Colongan	Merk	Harga	Satuan
Kendaraan	I	Toyota Avanza Type 1,5G M/T	Rp 220,600,000	Rp/Kendaraan
	II	Hino Dutro 130 HD 5.8 PS 4×4	Rp 488,000,000	Rp/Kendaraan
	III	Hino Truk Ranger FM 260 JM	Rp 773,000,000	Rp/Kendaraan
	IV	Hino GY 350 PU New	Rp 1,082,000,000	Rp/Kendaraan
	V	Hino SS1E + Frame Container Semi Trailer 2 axle	Rp 1,405,000,000	Rp/Kendaraan
Bahan Bakar	I	Pertamax	Rp 8,900	Rp/Liter
	II	Solar	Rp 7,600	Rp/Liter
	III			
	IV			
	V			
Minyak Pelumas	I	Castrol Magnetec 10W-40	Rp 45,000	Rp/Liter
	II	Pertamina Meditran SX Diesel 15W-40	Rp 58,000	Rp/Liter
	III			
	IV			
	V			
Ban	I	Dunlop SP 10	Rp 495,000	Rp/ban
	II	Dunlop 750-16-10	Rp 930,000	Rp/ban
	III	Dunlop 900-20-14PR	Rp 1,741,545	Rp/ban
	IV	Dunlop 1100-20-16PR	Rp 2,537,665	Rp/ban
	V	Dunlop 1100-20-16PR	Rp 2,537,665	Rp/ban

Sumber: Survei lapangan, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Kelayakan Teknik

Pada tugas akhir ini, analisa kelayakan teknik hanya ditinjau dari alinemen horizontal saja. Alinemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung berupa busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja atau busur lingkaran saja. (Sukirman, 1999)

5.1.1. Jari-Jari Tikungan

Perencanaan alinemen horizontal sebaiknya menghindari penggunaan radius minimum yang menghasilkan lengkungan tajam. Hal tersebut dilakukan untuk menimbulkan rasa nyaman kepada pengemudi. (Sukirman, 1999)

Perhitungan R_{min} yang digunakan dalam perencanaan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 menggunakan rumus (2.12) :

$$R_{min} = \frac{120^2}{127(0.1+0.092)} = 590,55 \text{ m}$$

Pada jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3, R yang dipakai $> 590,55 \text{ m}$, sehingga kontrol nilai R memenuhi.

5.1.2. Bentuk Tikungan

Pada jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3, terdapat 2 jenis bentuk tikungan yaitu *full circle* dan *spiral-circle-spiral*.

a. Full Circle

1. STA 18+512 – STA 19+361

$V_{rencana} = 120 \text{ km/jam}$

$\Delta = 6,08^\circ$

$R = 8000 \text{ m}$

$f_{max} = 0,092$

$e_{max} = 0,10$

Menentukan Tc

$$Tc = Rcx \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) = 8000 \times \tan\left(\frac{6,08}{2}\right) = 424,86 \text{ m}$$

Menentukan Ec

$$Ec = \tan\left(\frac{1}{4}\Delta\right) = \tan\left(\frac{6,08}{4}\right) = 0,026$$

Menentukan Lc

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R = \frac{6,08}{360} \times 2\pi \times 8000 = 848,93 \text{ m}$$

Kontrol

$$Lc < 2 Tc$$

$$848,93 < 2 \times 424,86$$

$$848,93 < 849,73 \quad (\text{OK})$$

2. STA 20+814 – STA 21+104

$$V \text{ rencana} = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 4,2^\circ$$

$$R = 4000 \text{ m}$$

$$f_{\max} = 0,092$$

$$e_{\max} = 0,10$$

Menentukan Tc

$$Tc = Rcx \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) = 4000 \times \tan\left(\frac{4,2}{2}\right) = 146,67 \text{ m}$$

Menentukan Ec

$$Ec = \tan\left(\frac{1}{4}\Delta\right) = \tan\left(\frac{4,2}{4}\right) = 0,018$$

Menentukan Lc

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R = \frac{4,2}{360} \times 2\pi \times 4000 = 293,22 \text{ m}$$

Kontrol

$$Lc < 2 Tc$$

$$293,22 < 2 \times 146,67$$

$$293,22 < 293,35 \quad (\text{OK})$$

3. STA 23+566 – STA 23+686

$$V \text{ rencana} = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 1,72^\circ$$

$$R = 4000 \text{ m}$$

$$f_{\max} = 0,092$$

$$e_{\max} = 0,10$$

Menentukan Tc

$$Tc = Rcx \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) = 4000 \times \tan\left(\frac{1,72}{2}\right) = 60,0438 \text{ m}$$

Menentukan Ec

$$Ec = \tan\left(\frac{1}{4}\Delta\right) = \tan\left(\frac{1,72}{4}\right) = 0,0075$$

Menentukan Lc

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R = \frac{1,72}{360} \times 2\pi \times 4000 = 120,0787 \text{ m}$$

Kontrol

$$Lc < 2 Tc$$

$$120,0787 < 2 \times 60,0438$$

$$120,0787 < 120,0877 \quad (\text{OK})$$

4. STA 23+686 – STA 23+977

$$V \text{ rencana} = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 1,67^\circ$$

$$R = 10000 \text{ m}$$

$$f_{\max} = 0,092$$

$$e_{\max} = 0,10$$

Menentukan Tc

$$Tc = Rcx \tan\left(\frac{1}{2}\Delta\right) = 10000 \times \tan\left(\frac{1,67}{2}\right) = 145,74 \text{ m}$$

Menentukan Ec

$$Ec = \tan\left(\frac{1}{4}\Delta\right) = \tan\left(\frac{1,67}{4}\right) = 0,007$$

Menentukan Lc

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi R = \frac{1,67}{360} \times 2\pi \times 10000 = 291,47 \text{ m}$$

Kontrol

$$Lc < 2 Tc$$

$$291,47 < 2 \times 145,74$$

$$291,47 < 291,49 \quad (\text{OK})$$

b. Spiral-Circle-Spiral**1. STA 12+861 – STA 13+969**

$$V \text{ rencana} = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 42,34^\circ$$

$$R = 1500 \text{ m}$$

$$L_s = 100 \text{ m}$$

Menentukan θ_s

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} = \frac{100}{2(1500)} \frac{360}{2\pi} = 1,91$$

Menentukan Δ_c

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s = 42,34 - (2 \times 1,91) = 38,52$$

Menentukan p

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s)$$

$$= \frac{100^2}{6(1500)} - 1500(1 - \cos 42,34) = 0,278$$

Menentukan k

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin\theta_s$$

$$= 100 - \frac{100^3}{40(1500)^2} - 1500 \sin 42,34 = 49,99 \text{ m}$$

Menentukan T_s

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$= (1500 + 0,278) \tan \frac{42,34}{2} + 49,99 = 631,01 \text{ m}$$

Menentukan E_c

$$E_c = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$= \frac{(1500 + 0,278)}{\cos \frac{42,34}{2}} - 1500 = 108,85 \text{ m}$$

Menentukan L_c

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R = \frac{38,52}{360} 2\pi \times 1500 = 1008,46 \text{ m}$$

Menentukan L_{total}

$$L_{\text{tot}} = L_c + 2L_s = 1008,46 + 2(100) = 1208,46$$

Kontrol

$$L_{tot} < 2 T_s$$

$$1208,46 < 2 \times 631,01$$

$$1208,46 < 1262,03 \quad (\text{OK})$$

2. STA 28+240 – STA 29+437

$$V_{rencana} = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 22,85^\circ$$

$$R = 3000 \text{ m}$$

$$L_s = 100 \text{ m}$$

Menentukan θ_s

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} = \frac{100}{2(3000)} \frac{360}{2\pi} = 0,95$$

Menentukan Δ_c

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s = 22,85 - (2 \times 0,95) = 20,94$$

Menentukan p

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \\ &= \frac{100^2}{6(3000)} - 3000(1 - \cos 22,85) = 0,139 \end{aligned}$$

Menentukan k

$$\begin{aligned} k &= L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin\theta_s \\ &= 100 - \frac{100^3}{40(3000)^2} - 3000 \sin 22,85 = 49,99 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan T_s

$$\begin{aligned} T_s &= (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\ &= (3000 + 0,139) \tan \frac{22,85}{2} + 49,99 = 656,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan E_c

$$\begin{aligned} E_c &= \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \\ &= \frac{(3000 + 0,139)}{\cos \frac{22,85}{2}} - 3000 = 60,79 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan L_c

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R = \frac{20,94}{360} 2\pi \times 3000 = 1096,42 \text{ m}$$

Menentukan Lttotal

$$L_{tot} = L_c + 2L_s = 1096,42 + 2(100) = 1296,42$$

Kontrol

$$L_{tot} < 2 T_s$$

$$1296,42 < 2 \times 656,3$$

$$1296,42 < 1312,59 \quad (\text{OK})$$

5.2. Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan ekonomi ditinjau dari sudut pandang kepentingan masyarakat luas. Dibutuhkan perhitungan beberapa variabel yaitu *saving* BOK dan *saving* VOT sebagai *income* dan biaya proyek sebagai *outcome*. Selanjutnya dilakukan analisa BCR dan NPV untuk mengetahui besar keuntungan yang didapatkan dan dilakukan analisa apakah proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak dibangun atau tidak ditinjau dari aspek ekonomi.

5.2.1. Biaya Operasional Kendaraan

Perhitungan biaya operasional kendaraan menggunakan metode PCI 1988. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan BOK adalah harga komponen kendaraan, upah minimal kerja dan kecepatan kendaraan. Kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh BOK di jalan nasional (*without project*) dengan menggunakan rumus pada tabel 2.20 dan BOK di jalan tol (*with project*) dengan menggunakan rumus pada tabel 2.19. Selanjutnya membandingkan BOK *without project* dan BOK *with project* untuk mengetahui besar penghematan yang diperoleh setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 2 dan 3.

a. BOK *without project*

Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK *without project* untuk Golongan I.

a. BBM

- Konsumsi dasar BBM = $0,05693 \times (48,3)^2 - 6,42593 \times 48,3 + 269,18567 = 91,6247$ liter/1000km
- BOK Golongan I = $91,6247 \times \text{Rp } 7.800 = \text{Rp } 714.672,49/1000\text{km}$

b. Oli

- Konsumsi dasar oli = $0,00037 \times (48,3)^2 - 0,04070 \times 48,3 + 2,20405 = 0,859$ liter/1000km
- BOK Golongan I = $0,859 \times \text{Rp } 45.000 = \text{Rp } 38.652,57/1000\text{km}$

c. Ban

- Konsumsi dasar ban = $0,0008848 \times 48,3 - 0,0045333 = 0,04727/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,04727 \times \text{Rp } 495.000 \times 4 = \text{Rp } 93.592,90/1000\text{km}$

d. Suku Cadang

- Konsumsi dasar suku cadang = $0,0000064 \times 48,3 + 0,0005567 = 0,0009/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,0009 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 190.999,89/1000\text{km}$

e. Upah Tenaga Kerja

- Harga dasar upah tenaga kerja = $0,00362 \times 48,3 + 0,36267 = 0,5375/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,5375 \times \text{Rp } 11.162,75 = \text{Rp } 6.000,16/1000\text{km}$

f. Depresiasi

- Konsumsi dasar biaya depresiasi = $1 / (2,5 (48,3) + 100) = 0,0045/1000\text{km}$

- BOK Golongan I = $0,0045 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 999.320,5/1000\text{km}$
- g. Bunga Modal / Suku Bunga
 - Harga dasar bunga modal = $150 / (500 \times (48,3)) = 0,0062/1000\text{km}$
 - BOK Golongan I = $0,0062 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 1.370.186.34/1000\text{km}$
- h. Asuransi
 - Harga dasar asuransi = $38 / (500 \times (48,3)) = 0,0016/1000\text{km}$
 - BOK Golongan I = $0,0016 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 347.113,87/1000\text{km}$

Tabel 5. 1 BOK Golongan I di Jalan Nasional

Golongan I				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	48.3	91.6246787	Rp 7.800.00	Rp 714.672.49
Oli		0.8589461	Rp 45.000.00	Rp 38.652.57
Ban		0.04726914	Rp 495.000.00	Rp 93.592.90
Suku Cadang		0.00086582	Rp 220.600.000.00	Rp 190.999.89
Upah Tenaga Kerja		0.537516	Rp 11.162.75	Rp 6.000.16
Depresiasi		0.004530011	Rp 220.600.000.00	Rp 999.320.50
Bunga Modal		0.00621118	Rp 220.600.000.00	Rp 1.370.186.34
Asuransi		0.001573499	Rp 220.600.000.00	Rp 347.113.87
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 3.760.538.72

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.1 menunjukkan hasil perhitungan BOK Golongan I di jalan nasional (*without project*) dengan kecepatan kendaraan 48.3 km/jam yaitu sebesar Rp 3.760.538,72/1000 km/kendaraan. Hasil perhitungan BOK untuk golongan yang lain di jalan nasional ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5. 2 BOK Golongan II di Jalan Nasional

Golongan II				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	38.6	345.6112232	Rp 5,150.00	Rp 1,779,897.80
Oli		1.1843152	Rp 58,000.00	Rp 68,690.28
Ban		0.05426086	Rp 930,000.00	Rp 302,775.60
Suku Cadang		0.00149043	Rp 488,000,000.00	Rp 727,329.84
Upah Tenaga Kerja		2.869376	Rp 11,162.75	Rp 32,030.12
Depresiasi		0.001509662	Rp 488,000,000.00	Rp 736,714.98
Bunga Modal		0.001511226	Rp 488,000,000.00	Rp 737,478.43
Asuransi		0.000604491	Rp 488,000,000.00	Rp 294,991.37
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 4,679,908.42

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5. 3 BOK Golongan III di Jalan Nasional

Golongan III				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	26.1	463.6378207	Rp 5,150.00	Rp 2,387,734.78
Oli		7.5807756	Rp 58,000.00	Rp 439,684.98
Ban		0.04652633	Rp 1,741,545.00	Rp 810,276.97
Suku Cadang		0.00203851	Rp 773,000,000.00	Rp 1,575,768.23
Upah Tenaga Kerja		1.606371	Rp 11,162.75	Rp 17,931.52
Depresiasi		0.002727769	Rp 773,000,000.00	Rp 2,108,565.19
Bunga Modal		0.003300507	Rp 773,000,000.00	Rp 2,551,292.25
Asuransi		0.001342206	Rp 773,000,000.00	Rp 1,037,525.51
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 10,928,779.44

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5. 4 BOK Golongan IV di Jalan Nasional

Golongan IV				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	26.1	463.6378207	Rp 5,150.00	Rp 2,387,734.78
Oli		7.5807756	Rp 58,000.00	Rp 439,684.98
Ban		0.04652633	Rp 2,537,665.00	Rp 2,125,228.31
Suku Cadang		0.00203851	Rp 1,082,000,000.00	Rp 2,205,667.82
Upah Tenaga Kerja		1.606371	Rp 11,162.75	Rp 17,931.52
Depresiasi		0.002727769	Rp 1,082,000,000.00	Rp 2,951,445.72
Bunga Modal		0.003300507	Rp 1,082,000,000.00	Rp 3,571,149.05
Asuransi		0.001342206	Rp 1,082,000,000.00	Rp 1,452,267.28
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 15,151,109.45

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.5 BOK Golongan V di Jalan Nasional

Golongan V				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	26.1	463.6378207	Rp 5,150.00	Rp 2,387,734.78
Oli		7.5807756	Rp 58,000.00	Rp 439,684.98
Ban		0.04652633	Rp 2,537,665.00	Rp 2,361,364.78
Suku Cadang		0.00203851	Rp 1,405,000,000.00	Rp 2,864,106.55
Upah Tenaga Kerja		1.606371	Rp 11,162.75	Rp 17,931.52
Depresiasi		0.002727769	Rp 1,405,000,000.00	Rp 3,832,515.00
Bunga Modal		0.003300507	Rp 1,405,000,000.00	Rp 4,637,212.95
Asuransi		0.001342206	Rp 1,405,000,000.00	Rp 1,885,799.93
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 18,426,350.50

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

b. BOK with project

Selanjutnya perhitungan BOK di jalan tol (*with project*) menggunakan rumus di tabel 2.20, langkah perhitungannya sama seperti BOK di jalan nasional (*without project*). Hasil perhitungan BOK jalan tol ditunjukkan dengan tabel 5.2.

a. BBM

- Konsumsi dasar BBM = $0,04376 \times (75)^2 - 4,494078 \times 75 + 207,0484 = 116,1426$ liter/1000km
- BOK Golongan I = $116,1426 \times \text{Rp } 7.800 = \text{Rp } 905.911,89/1000\text{km}$

b. Oli

- Konsumsi dasar oli = $0,00029 \times (75)^2 - 0,03134 \times 75 + 1,69613 = 3,2334$ liter/1000km
- BOK Golongan I = $3,2334 \times \text{Rp } 45.000 = \text{Rp } 145.501,20/1000\text{km}$

c. Ban

- Konsumsi dasar ban = $0,0008848 \times 75 - 0,0045333 = 0,0709/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,0709 \times \text{Rp } 495.000 \times 4 = \text{Rp } 140.368,73/1000\text{km}$

d. Suku Cadang

- Konsumsi dasar suku cadang= $0,0000064 \times 75 + 0,0005567 = 0,0008/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,0008 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 173.634,26/1000\text{km}$

e. Upah Tenaga Kerja

- Harga dasar upah tenaga kerja= $0,00362 \times 75 + 0,36267 = 0,6342/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,6342 \times \text{Rp } 11.162,75 = \text{Rp } 7.079,09/1000\text{km}$

f. Depresiasi

- Konsumsi dasar biaya depresiasi= $1 / (2,5 (75) + 100) = 0,0035/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,0035 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 767.304,35/1000\text{km}$

g. Bunga Modal / Suku Bunga

- Harga dasar bunga modal = $150 / (500 \times (75)) = 0,004/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,004 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 882.400/1000\text{km}$

h. Asuransi

- Harga dasar asuransi = $38 / (500 \times (75)) = 0,001/1000\text{km}$
- BOK Golongan I = $0,001 \times \text{Rp } 220.600.000 = \text{Rp } 223.541,33/1000\text{km}$

Tabel 5.6 BOK Golongan I di Jalan Tol

Golongan I					
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga		BOK
BBM	75	116.14255	Rp	7,800.00	Rp 905,911.89
Oli		3.23336	Rp	45,000.00	Rp 145,501.20
Ban		0.0708933	Rp	495,000.00	Rp 140,368.73
Suku Cadang		0.0007871	Rp	220,600,000.00	Rp 173,634.26
Upah Tenaga Kerja		0.63417	Rp	11,162.75	Rp 7,079.08
Depresiasi		0.003478261	Rp	220,600,000.00	Rp 767,304.35
Bunga Modal		0.004	Rp	220,600,000.00	Rp 882,400.00
Asuransi		0.001013333	Rp	220,600,000.00	Rp 223,541.33
Total (Rp/1000km/kendaraan)					Rp 3,245,740.85

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.6 menunjukkan hasil perhitungan BOK Golongan I di jalan tol (*with project*) dengan asumsi kecepatan kendaraan 75 km/jam yaitu sebesar Rp 3.245.740,85/1000 km/kendaraan. Hasil perhitungan BOK untuk kendaraan golongan lainnya di jalan tol ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.7 BOK Golongan II di Jalan Tol

Golongan II				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	60	190.92843	Rp 5,150.00	Rp 983,281.41
Oli		3.87049	Rp 58,000.00	Rp 224,488.42
Ban		0.0807027	Rp 930,000.00	Rp 450,321.07
Suku Cadang		0.00220091	Rp 488,000,000.00	Rp 1,074,044.08
Upah Tenaga Kerja		3.36393	Rp 11,162.75	Rp 37,550.71
Depresiasi		0.001169591	Rp 488,000,000.00	Rp 570,760.23
Bunga Modal		0.000972222	Rp 488,000,000.00	Rp 474,444.46
Asuransi		0.000388889	Rp 488,000,000.00	Rp 189,777.78
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 4,004,668.16

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.8 BOK Golongan III di Jalan Tol

Golongan III				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	60	170.59151	Rp 5,150.00	Rp 878,546.28
Oli		6.28673	Rp 58,000.00	Rp 364,630.34
Ban		0.099251	Rp 1,741,545.00	Rp 1,728,500.83
Suku Cadang		0.002686	Rp 773,000,000.00	Rp 2,076,278.00
Upah Tenaga Kerja		2.1186	Rp 11,162.75	Rp 23,649.40
Depresiasi		0.001754386	Rp 773,000,000.00	Rp 1,356,140.35
Bunga Modal		0.001435721	Rp 773,000,000.00	Rp 1,109,812.13
Asuransi		0.00058386	Rp 773,000,000.00	Rp 451,323.60
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 7,988,880.92

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.9 BOK Golongan IV di Jalan Tol

Golongan IV				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	60	170.59151	Rp 5,150.00	Rp 878,546.28
Oli		6.28673	Rp 58,000.00	Rp 364,630.34
Ban		0.099251	Rp 2,537,665.00	Rp 3,526,121.04
Suku Cadang		0.002686	Rp 1,082,000,000.00	Rp 2,906,252.00
Upah Tenaga Kerja		2.1186	Rp 11,162.75	Rp 23,649.40
Depresiasi		0.001754386	Rp 1,082,000,000.00	Rp 1,898,245.61
Bunga Modal		0.001435721	Rp 1,082,000,000.00	Rp 1,553,449.84
Asuransi		0.00058386	Rp 1,082,000,000.00	Rp 631,736.27
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 11,782,630.78

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.10 BOK Golongan V di Jalan Tol

Golongan V				
Komponen	Kecepatan	BOK dasar	Harga	BOK
BBM	60	170.59151	Rp 5,150.00	Rp 878,546.28
Oli		6.28673	Rp 58,000.00	Rp 364,630.34
Ban		0.099251	Rp 2,537,665.00	Rp 4,533,584.20
Suku Cadang		0.002686	Rp 1,405,000,000.00	Rp 3,773,830.00
Upah Tenaga Kerja		2.1186	Rp 11,162.75	Rp 23,649.40
Depresiasi		0.001754386	Rp 1,405,000,000.00	Rp 2,464,912.28
Bunga Modal		0.001435721	Rp 1,405,000,000.00	Rp 2,017,187.63
Asuransi		0.00058386	Rp 1,405,000,000.00	Rp 820,322.97
Total (Rp/1000km/kendaraan)				Rp 14,876,663.10

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Hasil rekap perhitungan BOK di jalan nasional dan jalan tol untuk golongan yang lain disajikan dalam tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan BOK

BOK	Jalan Nasional	Jalan Tol
Golongan I	Rp 3,760,538.72	Rp 3,245,740.85
Golongan II	Rp 4,679,908.42	Rp 4,004,668.16
Golongan III	Rp 10,928,779.44	Rp 7,988,880.92
Golongan IV	Rp 15,151,109.45	Rp 11,782,630.78
Golongan V	Rp 18,426,350.50	Rp 14,876,663.10

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 5.11 menunjukkan BOK di jalan nasional lebih mahal dibandingkan BOK di jalan tol, karena kecepatan di jalan nasional merupakan kecepatan ekonomis untuk kendaraan sehingga akan lebih hemat apabila kendaraan melintasi jalan tol dari pada jalan nasional.

c. Saving BOK *without project*

Setelah mengetahui BOK di jalan nasional dan di jalan tol kemudian perhitungan dilanjutkan untuk mengetahui penghematan biaya operasional kendaraan. Penghematan BOK dapat dihitung melalui selisih BOK tahunan di jalan nasional dan BOK tahunan di jalan tol. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan penghematan BOK golongan I di segmen jalan nasional Tongas – Ketapang dan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 tahun 2019.

- BOK jalan nasional segmen Tongas - Ketapang

$$\begin{aligned} \text{BOK/tahun} &= (\text{BOK/km} (1+\text{rata-rata inflasi})) \times \\ &\text{panjang segmen jalan} \times \text{volume kendaraan/tahun} \\ &= (\text{Rp } 3.760,54(1+6,67\%)) \times 6,9 \times 11215994 \\ &= \text{Rp } 278.952.302.513,34 \end{aligned}$$

- BOK jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2

$$\text{BOK/tahun} = (\text{BOK/km} (1+\text{rata-rata inflasi})) \times \text{panjang segmen jalan} \times \text{volume kendaraan/tahun}$$

$$= (\text{Rp } 3.245,74(1+6,67\%)) \times 6,2 \times 6159135$$

$$= \text{Rp } 249.886.839.185,45$$
- *Saving* BOK

$$= \text{BOK jalan nasional} - \text{BOK jalan tol}$$

$$= \text{Rp } 278.952.302.513,34 - \text{Rp } 249.886.839.185,45$$

$$= \text{Rp } 69.247.283.053,09$$

Hasil perhitungan BOK tahunan di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.12 BOK tahunan di Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2016	Rp 762,541,761,955	Rp 232,575,909,819	Rp 46,456,922,390	Rp 21,898,586,484	Rp 10,167,313,296	Rp 1,073,640,493,943
2017	Rp 797,525,780,438	Rp 245,284,399,863	Rp 48,995,436,960	Rp 23,095,176,314	Rp 10,722,879,003	Rp 1,125,623,672,577
2018	Rp 834,114,801,572	Rp 258,687,311,438	Rp 51,672,661,885	Rp 24,357,150,602	Rp 11,308,802,115	Rp 1,180,140,727,613
2019	Rp 872,382,459,937	Rp 272,822,589,355	Rp 54,496,176,623	Rp 25,688,082,108	Rp 11,926,741,433	Rp 1,237,316,049,456
2020	Rp 912,405,768,332	Rp 287,730,251,818	Rp 57,473,974,791	Rp 27,091,738,815	Rp 12,578,446,397	Rp 1,297,280,180,153
2021	Rp 954,265,272,763	Rp 303,452,503,721	Rp 60,614,486,794	Rp 28,572,094,598	Rp 13,265,762,039	Rp 1,360,170,119,915
2022	Rp 998,045,214,539	Rp 320,033,856,129	Rp 63,926,603,696	Rp 30,133,340,473	Rp 13,990,634,210	Rp 1,426,129,649,048
2023	Rp 1,043,833,699,806	Rp 337,521,252,299	Rp 67,419,702,389	Rp 31,779,896,463	Rp 14,755,115,088	Rp 1,495,309,666,045
2024	Rp 1,091,722,876,858	Rp 355,964,200,573	Rp 71,103,672,140	Rp 33,516,424,111	Rp 15,561,368,983	Rp 1,567,868,542,665
2025	Rp 1,141,809,121,583	Rp 375,414,914,547	Rp 74,988,942,589	Rp 35,347,839,680	Rp 16,411,678,471	Rp 1,643,972,496,870
2026	Rp 1,194,193,231,421	Rp 395,928,460,888	Rp 79,086,513,275	Rp 37,279,328,066	Rp 17,308,450,852	Rp 1,723,795,984,502
2027	Rp 1,248,980,628,210	Rp 417,562,915,237	Rp 83,407,984,778	Rp 39,316,357,481	Rp 18,254,224,967	Rp 1,807,522,110,673
2028	Rp 1,306,281,570,352	Rp 440,379,526,619	Rp 87,965,591,561	Rp 41,464,694,934	Rp 19,251,678,386	Rp 1,895,343,061,851
2029	Rp 1,366,211,374,701	Rp 464,442,890,851	Rp 92,772,236,606	Rp 43,730,422,554	Rp 20,303,634,985	Rp 1,987,460,559,697
2030	Rp 1,428,890,648,636	Rp 489,821,133,418	Rp 97,841,527,945	Rp 46,119,954,815	Rp 21,413,072,945	Rp 2,084,086,337,760
2031	Rp 1,494,445,532,783	Rp 516,586,102,337	Rp 103,187,817,184	Rp 48,640,056,691	Rp 22,583,133,183	Rp 2,185,442,642,178
2032	Rp 1,563,007,954,869	Rp 544,813,571,569	Rp 108,826,240,133	Rp 51,297,862,810	Rp 23,817,128,240	Rp 2,291,762,757,622
2033	Rp 1,634,715,895,222	Rp 574,583,455,542	Rp 114,772,759,661	Rp 54,100,897,653	Rp 25,118,551,665	Rp 2,403,291,559,743
2034	Rp 1,709,713,664,455	Rp 605,980,035,395	Rp 121,044,210,881	Rp 57,057,096,856	Rp 26,491,087,901	Rp 2,520,286,095,487
2035	Rp 1,788,152,193,887	Rp 639,092,197,583	Rp 127,658,348,820	Rp 60,174,829,676	Rp 27,938,622,717	Rp 2,643,016,192,684
2036	Rp 1,870,189,339,291	Rp 674,013,685,525	Rp 134,633,898,680	Rp 63,462,922,689	Rp 29,465,254,211	Rp 2,771,765,100,395
2037	Rp 1,955,990,198,571	Rp 710,843,365,000	Rp 141,990,608,850	Rp 66,930,684,770	Rp 31,075,304,410	Rp 2,906,830,161,600
2038	Rp 2,045,727,444,023	Rp 749,685,504,042	Rp 149,749,306,818	Rp 70,587,933,458	Rp 32,773,331,506	Rp 3,048,523,519,847
2039	Rp 2,139,581,669,830	Rp 790,650,068,136	Rp 157,931,958,135	Rp 74,445,022,743	Rp 34,564,142,762	Rp 3,197,172,861,606
2040	Rp 2,237,741,755,504	Rp 833,853,031,536	Rp 166,561,728,601	Rp 78,512,872,380	Rp 36,452,808,120	Rp 3,353,122,196,141

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2041	Rp 2,340,405,246,006	Rp 879,416,705,598	Rp 175,663,049,849	Rp 82,802,998,807	Rp 38,444,674,559	Rp 3,516,732,674,818
2042	Rp 2,447,778,749,294	Rp 927,470,085,058	Rp 185,261,688,512	Rp 87,327,547,746	Rp 40,545,381,224	Rp 3,688,383,451,834
2043	Rp 2,560,078,352,123	Rp 978,149,213,226	Rp 195,384,819,174	Rp 92,099,328,589	Rp 42,760,875,399	Rp 3,868,472,588,512
2044	Rp 2,677,530,054,913	Rp 1,031,597,567,132	Rp 206,061,101,302	Rp 97,131,850,665	Rp 45,097,429,343	Rp 4,057,418,003,355
2045	Rp 2,800,370,226,565	Rp 1,087,966,463,730	Rp 217,320,760,380	Rp 102,439,361,482	Rp 47,561,658,043	Rp 4,255,658,470,200
2046	Rp 2,928,846,080,156	Rp 1,147,415,488,281	Rp 229,195,673,487	Rp 108,036,887,067	Rp 50,160,537,945	Rp 4,463,654,666,936
2047	Rp 3,063,216,170,445	Rp 1,210,112,946,160	Rp 241,719,459,536	Rp 113,940,274,502	Rp 52,901,426,705	Rp 4,681,890,277,348
2048	Rp 3,203,750,914,209	Rp 1,276,236,339,338	Rp 254,927,574,458	Rp 120,166,236,792	Rp 55,792,084,018	Rp 4,910,873,148,815
2049	Rp 3,350,733,134,450	Rp 1,345,972,868,910	Rp 268,857,411,579	Rp 126,732,400,180	Rp 58,840,693,588	Rp 5,151,136,508,706
2050	Rp 3,504,458,629,572	Rp 1,419,519,965,072	Rp 283,548,407,482	Rp 133,657,354,046	Rp 62,055,886,293	Rp 5,403,240,242,466
2051	Rp 3,665,236,768,670	Rp 1,497,085,846,069	Rp 299,042,153,659	Rp 140,960,703,540	Rp 65,446,764,625	Rp 5,667,772,236,563
2052	Rp 3,833,391,114,121	Rp 1,578,890,107,676	Rp 315,382,514,256	Rp 148,663,125,081	Rp 69,022,928,456	Rp 5,945,349,789,589
2053	Rp 4,009,260,072,755	Rp 1,665,164,344,892	Rp 332,615,750,259	Rp 156,786,424,895	Rp 72,794,502,218	Rp 6,236,621,095,019
2054	Rp 4,193,197,576,886	Rp 1,756,152,807,608	Rp 350,790,650,463	Rp 165,353,600,753	Rp 76,772,163,565	Rp 6,542,266,799,276
2055	Rp 4,385,573,796,594	Rp 1,852,113,092,099	Rp 369,958,669,595	Rp 174,388,907,078	Rp 80,967,173,603	Rp 6,863,001,638,968
2056	Rp 4,586,775,884,682	Rp 1,953,316,870,298	Rp 390,174,073,989	Rp 183,917,923,609	Rp 85,391,408,772	Rp 7,199,576,161,351
2057	Rp 4,797,208,755,817	Rp 2,060,050,658,931	Rp 411,494,095,219	Rp 193,967,627,824	Rp 90,057,394,467	Rp 7,552,778,532,258
2058	Rp 5,017,295,901,407	Rp 2,172,616,630,661	Rp 433,979,092,123	Rp 204,566,471,312	Rp 94,978,340,501	Rp 7,923,436,436,004
2059	Rp 5,247,480,241,870	Rp 2,291,333,469,574	Rp 457,692,721,691	Rp 215,744,460,322	Rp 100,168,178,501	Rp 8,312,419,071,957
2060	Rp 5,488,225,018,001	Rp 2,416,537,273,394	Rp 482,702,119,274	Rp 227,533,240,718	Rp 105,641,601,351	Rp 8,720,639,252,738
2061	Rp 5,740,014,723,234	Rp 2,548,582,505,011	Rp 509,078,088,659	Rp 239,966,187,564	Rp 111,414,104,789	Rp 9,149,055,609,257
2062	Rp 6,003,356,078,673	Rp 2,687,842,995,994	Rp 536,895,302,517	Rp 253,078,499,617	Rp 117,502,031,275	Rp 9,598,674,908,076
2063	Rp 6,278,779,052,859	Rp 2,834,713,004,938	Rp 566,232,513,805	Rp 266,907,298,977	Rp 123,922,616,261	Rp 10,070,554,486,839

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

BOK tahunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.13 BOK Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2019	Rp 611,672,118,227	Rp 185,030,300,329	Rp 40,035,497,857	Rp 19,594,572,282	Rp 9,689,921,701	Rp 866,022,410,397
2020	Rp 639,734,513,964	Rp 195,140,787,402	Rp 42,223,130,817	Rp 20,665,265,403	Rp 10,219,401,619	Rp 907,983,099,205
2021	Rp 669,084,360,986	Rp 205,803,735,064	Rp 44,530,301,143	Rp 21,794,463,693	Rp 10,777,813,553	Rp 951,990,674,439
2022	Rp 699,780,725,197	Rp 217,049,331,052	Rp 46,963,540,635	Rp 22,985,364,010	Rp 11,366,738,418	Rp 998,145,699,313
2023	Rp 731,885,382,340	Rp 228,909,412,626	Rp 49,529,738,007	Rp 24,241,337,898	Rp 11,987,843,511	Rp 1,046,553,714,383
2024	Rp 765,462,942,312	Rp 241,417,556,714	Rp 52,236,158,388	Rp 25,565,941,128	Rp 12,642,887,234	Rp 1,097,325,485,777
2025	Rp 800,580,979,197	Rp 254,609,174,962	Rp 55,090,463,889	Rp 26,962,923,767	Rp 13,333,724,074	Rp 1,150,577,265,889
2026	Rp 837,310,167,250	Rp 268,521,613,992	Rp 58,100,735,298	Rp 28,436,240,796	Rp 14,062,309,849	Rp 1,206,431,067,186
2027	Rp 875,724,423,136	Rp 283,194,261,133	Rp 61,275,494,957	Rp 29,990,063,302	Rp 14,830,707,251	Rp 1,265,014,949,779
2028	Rp 915,901,054,678	Rp 298,668,655,927	Rp 64,623,730,887	Rp 31,628,790,293	Rp 15,641,091,678	Rp 1,326,463,323,463
2029	Rp 957,920,916,441	Rp 314,988,607,737	Rp 68,154,922,235	Rp 33,357,061,148	Rp 16,495,757,400	Rp 1,390,917,264,961
2030	Rp 1,001,868,572,449	Rp 332,200,319,770	Rp 71,879,066,113	Rp 35,179,768,753	Rp 17,397,124,050	Rp 1,458,524,851,134
2031	Rp 1,047,832,466,370	Rp 350,352,519,883	Rp 75,806,705,897	Rp 37,102,073,351	Rp 18,347,743,475	Rp 1,529,441,508,975
2032	Rp 1,095,905,099,502	Rp 369,496,598,538	Rp 79,948,961,077	Rp 39,129,417,156	Rp 19,350,306,963	Rp 1,603,830,383,236
2033	Rp 1,146,183,216,938	Rp 389,686,754,293	Rp 84,317,558,739	Rp 41,267,539,753	Rp 20,407,652,857	Rp 1,681,862,722,579
2034	Rp 1,198,768,002,253	Rp 410,980,147,238	Rp 88,924,866,764	Rp 43,522,494,355	Rp 21,522,774,597	Rp 1,763,718,285,206
2035	Rp 1,253,765,281,144	Rp 433,437,060,826	Rp 93,783,928,843	Rp 45,900,664,934	Rp 22,698,829,189	Rp 1,849,585,764,936
2036	Rp 1,311,285,734,394	Rp 457,121,072,539	Rp 98,908,501,405	Rp 48,408,784,299	Rp 23,939,146,146	Rp 1,939,663,238,783
2037	Rp 1,371,445,120,617	Rp 482,099,233,880	Rp 104,313,092,562	Rp 51,053,953,155	Rp 25,247,236,914	Rp 2,034,158,637,128
2038	Rp 1,434,364,509,223	Rp 508,442,260,202	Rp 110,013,003,182	Rp 53,843,660,206	Rp 26,626,804,811	Rp 2,133,290,237,623
2039	Rp 1,500,170,524,062	Rp 536,224,730,909	Rp 116,024,370,209	Rp 56,785,803,355	Rp 28,081,755,516	Rp 2,237,287,184,051
2040	Rp 1,568,995,598,255	Rp 565,525,300,601	Rp 122,364,212,349	Rp 59,888,712,066	Rp 29,616,208,120	Rp 2,346,390,031,390

Tahun	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Jumlah
2041	Rp 1,640,978,240,712	Rp 596,426,921,745	Rp 129,050,478,246	Rp 63,161,170,945	Rp 31,234,506,792	Rp 2,460,851,318,440
2042	Rp 1,716,263,314,878	Rp 629,017,079,527	Rp 136,102,097,304	Rp 66,612,444,607	Rp 32,941,233,077	Rp 2,580,936,169,394
2043	Rp 1,795,002,330,268	Rp 663,388,039,525	Rp 143,539,033,270	Rp 70,252,303,911	Rp 34,741,218,866	Rp 2,706,922,925,841
2044	Rp 1,877,353,747,374	Rp 699,637,108,925	Rp 151,382,340,759	Rp 74,091,053,614	Rp 36,639,560,077	Rp 2,839,103,810,750
2045	Rp 1,963,483,296,567	Rp 737,866,912,005	Rp 159,654,224,859	Rp 78,139,561,553	Rp 38,641,631,077	Rp 2,977,785,626,061
2046	Rp 2,053,564,311,622	Rp 778,185,680,670	Rp 168,378,103,995	Rp 82,409,289,406	Rp 40,753,099,906	Rp 3,123,290,485,599
2047	Rp 2,147,778,078,551	Rp 820,707,560,874	Rp 177,578,676,229	Rp 86,912,325,145	Rp 42,979,944,314	Rp 3,275,956,585,114
2048	Rp 2,246,314,200,436	Rp 865,552,935,765	Rp 187,281,989,185	Rp 91,661,417,257	Rp 45,328,468,695	Rp 3,436,139,011,338
2049	Rp 2,349,370,979,000	Rp 912,848,766,514	Rp 197,515,513,787	Rp 96,670,010,837	Rp 47,805,321,923	Rp 3,604,210,592,061
2050	Rp 2,457,155,813,686	Rp 962,728,951,742	Rp 208,308,222,037	Rp 101,952,285,649	Rp 50,417,516,188	Rp 3,780,562,789,301
2051	Rp 2,569,885,619,043	Rp 1,015,334,706,603	Rp 219,690,669,032	Rp 107,523,196,274	Rp 53,172,446,838	Rp 3,965,606,637,791
2052	Rp 2,687,787,261,264	Rp 1,070,814,962,579	Rp 231,695,079,474	Rp 113,398,514,446	Rp 56,077,913,324	Rp 4,159,773,731,087
2053	Rp 2,811,098,014,745	Rp 1,129,326,789,112	Rp 244,355,438,894	Rp 119,594,873,704	Rp 59,142,141,273	Rp 4,363,517,257,728
2054	Rp 2,940,066,039,597	Rp 1,191,035,838,289	Rp 257,707,589,875	Rp 126,129,816,480	Rp 62,373,805,783	Rp 4,577,313,090,023
2055	Rp 3,074,950,881,062	Rp 1,256,116,813,808	Rp 271,789,333,521	Rp 133,021,843,768	Rp 65,782,055,977	Rp 4,801,660,928,135
2056	Rp 3,216,023,991,841	Rp 1,324,753,965,589	Rp 286,640,536,476	Rp 140,290,467,498	Rp 69,376,540,909	Rp 5,037,085,502,313
2057	Rp 3,363,569,278,390	Rp 1,397,141,611,394	Rp 302,303,243,792	Rp 147,956,265,778	Rp 73,167,436,880	Rp 5,284,137,836,235
2058	Rp 3,517,883,672,271	Rp 1,473,484,686,963	Rp 318,821,797,958	Rp 156,040,941,152	Rp 77,165,476,246	Rp 5,543,396,574,592
2059	Rp 3,679,277,727,723	Rp 1,553,999,326,202	Rp 336,242,964,442	Rp 164,567,382,041	Rp 81,381,977,807	Rp 5,815,469,378,215
2060	Rp 3,848,076,246,642	Rp 1,638,913,473,077	Rp 354,616,064,087	Rp 173,559,727,542	Rp 85,828,878,845	Rp 6,100,994,390,193
2061	Rp 4,024,618,932,242	Rp 1,728,467,526,944	Rp 373,993,112,740	Rp 183,043,435,769	Rp 90,518,768,925	Rp 6,400,641,776,620
2062	Rp 4,209,261,072,697	Rp 1,822,915,023,141	Rp 394,428,968,515	Rp 193,045,355,930	Rp 95,464,925,535	Rp 6,715,115,345,818
2063	Rp 4,402,374,256,152	Rp 1,922,523,350,768	Rp 415,981,487,104	Rp 203,593,804,330	Rp 100,681,351,676	Rp 7,045,154,250,029

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Selanjutnya dilakukan perhitungan *saving* BOK yaitu selisih antara BOK jalan nasional dan BOK jalan tol. Hasil perhitungan *saving* BOK disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.14 Saving BOK

Tahun	BOK/tahun		
	BOK jalan nasional	BOK jalan tol	Saving BOK
2019	Rp 1,237,316,049,456	Rp 866,022,410,397	Rp 371,293,639,059
2020	Rp 1,297,280,180,153	Rp 907,983,099,205	Rp 389,297,080,948
2021	Rp 1,360,170,119,915	Rp 951,990,674,439	Rp 408,179,445,476
2022	Rp 1,426,129,649,048	Rp 998,145,699,313	Rp 427,983,949,736
2023	Rp 1,495,309,666,045	Rp 1,046,553,714,383	Rp 448,755,951,662
2024	Rp 1,567,868,542,665	Rp 1,097,325,485,777	Rp 470,543,056,888
2025	Rp 1,643,972,496,870	Rp 1,150,577,265,889	Rp 493,395,230,981
2026	Rp 1,723,795,984,502	Rp 1,206,431,067,186	Rp 517,364,917,316
2027	Rp 1,807,522,110,673	Rp 1,265,014,949,779	Rp 542,507,160,895
2028	Rp 1,895,343,061,851	Rp 1,326,463,323,463	Rp 568,879,738,388
2029	Rp 1,987,460,559,697	Rp 1,390,917,264,961	Rp 596,543,294,736
2030	Rp 2,084,086,337,760	Rp 1,458,524,851,134	Rp 625,561,486,626
2031	Rp 2,185,442,642,178	Rp 1,529,441,508,975	Rp 656,001,133,203
2032	Rp 2,291,762,757,622	Rp 1,603,830,383,236	Rp 687,932,374,386
2033	Rp 2,403,291,559,743	Rp 1,681,862,722,579	Rp 721,428,837,164
2034	Rp 2,520,286,095,487	Rp 1,763,718,285,206	Rp 756,567,810,281
2035	Rp 2,643,016,192,684	Rp 1,849,585,764,936	Rp 793,430,427,747
2036	Rp 2,771,765,100,395	Rp 1,939,663,238,783	Rp 832,101,861,612
2037	Rp 2,906,830,161,600	Rp 2,034,158,637,128	Rp 872,671,524,473
2038	Rp 3,048,523,519,847	Rp 2,133,290,237,623	Rp 915,233,282,224
2039	Rp 3,197,172,861,606	Rp 2,237,287,184,051	Rp 959,885,677,555
2040	Rp 3,353,122,196,141	Rp 2,346,390,031,390	Rp 1,006,732,164,751
2041	Rp 3,516,732,674,818	Rp 2,460,851,318,440	Rp 1,055,881,356,377
2042	Rp 3,688,383,451,834	Rp 2,580,936,169,394	Rp 1,107,447,282,440
2043	Rp 3,868,472,588,512	Rp 2,706,922,925,841	Rp 1,161,549,662,672
2044	Rp 4,057,418,003,355	Rp 2,839,103,810,750	Rp 1,218,314,192,605
2045	Rp 4,255,658,470,200	Rp 2,977,785,626,061	Rp 1,277,872,844,139
2046	Rp 4,463,654,666,936	Rp 3,123,290,485,599	Rp 1,340,364,181,337
2047	Rp 4,681,890,277,348	Rp 3,275,956,585,114	Rp 1,405,933,692,234
2048	Rp 4,910,873,148,815	Rp 3,436,139,011,338	Rp 1,474,734,137,477
2049	Rp 5,151,136,508,706	Rp 3,604,210,592,061	Rp 1,546,925,916,645
2050	Rp 5,403,240,242,466	Rp 3,780,562,789,301	Rp 1,622,677,453,165
2051	Rp 5,667,772,236,563	Rp 3,965,606,637,791	Rp 1,702,165,598,772
2052	Rp 5,945,349,789,589	Rp 4,159,773,731,087	Rp 1,785,576,058,503
2053	Rp 6,236,621,095,019	Rp 4,363,517,257,728	Rp 1,873,103,837,291
2054	Rp 6,542,266,799,276	Rp 4,577,313,090,023	Rp 1,964,953,709,252
2055	Rp 6,863,001,638,968	Rp 4,801,660,928,135	Rp 2,061,340,710,833

Tahun	BOK/tahun		
	BOK jalan nasional	BOK jalan tol	Saving BOK
2056	Rp 7,199,576,161,351	Rp 5,037,085,502,313	Rp 2,162,490,659,037
2057	Rp 7,552,778,532,258	Rp 5,284,137,836,235	Rp 2,268,640,696,023
2058	Rp 7,923,436,436,004	Rp 5,543,396,574,592	Rp 2,380,039,861,413
2059	Rp 8,312,419,071,957	Rp 5,815,469,378,215	Rp 2,496,949,693,742
2060	Rp 8,720,639,252,738	Rp 6,100,994,390,193	Rp 2,619,644,862,545
2061	Rp 9,149,055,609,257	Rp 6,400,641,776,620	Rp 2,748,413,832,637
2062	Rp 9,598,674,908,076	Rp 6,715,115,345,818	Rp 2,883,559,562,258
2063	Rp 10,070,554,486,839	Rp 7,045,154,250,029	Rp 3,025,400,236,810

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

5.2.2. Nilai Waktu (*Time Value*)

Pada tugas akhir ini, nilai waktu dihitung berdasarkan PDRB karena PDRB menggambarkan aktivitas ekonomi yang benar-benar terjadi pada suatu daerah. Jalan tol Pasuruan-Probolinggo seksi 2 dan 3 melintasi 2 kabupaten, oleh karena itu perhitungan nilai waktu dasar menggunakan rata-rata PDRB dari Kabupaten Probolinggo dan Kota Probolinggo. Nilai waktu dasar untuk golongan I menggunakan PDRB per kapita atas dasar harga konstan, sedangkan untuk golongan yang lain menggunakan PDRB atas dasar harga konstan. Berikut adalah contoh perhitungan nilai waktu dasar tahun 2016.

- Golongan I
 - = Rata – Rata PDRB / (12x176)
 - = Rp 22.084.300 / (12x176)
 - = Rp 10.456,58/jam/kendaraan
- Golongan II - V
 - = Rata – Rata PDRB / (Jumlah pendudukx12x176)
 - = Rp 12.487.540.000.000 / (1382725x12x176)
 - = Rp 8.552,19/jam/kendaraan

Kemudian berikut contoh perhitungan nilai waktu tahunan golongan I pada jalan nasional Pasuruan - Probolinggo segmen Tongas - Ketapang tahun 2019.

- Jalan Nasional segmen Tongas - Ketapang

$$= (\text{Nilai waktu}(1+\text{rata-rata inflasi})^3) \times (\text{jpg jalan/kecepatan}) \times \text{Volume kendaraan}$$

$$= (\text{Rp } 10.456,58(1+6,67\%)^3) \times (6,2/48,3) \times 12831607$$

$$= \text{Rp } 18.382.774.752$$
- Jalan Tol seksi 2

$$= (\text{Nilai waktu}(1+\text{rata-rata inflasi})^3) \times (\text{jpg jalan/kecepatan}) \times \text{Volume kendaraan}$$

$$= (\text{Rp } 10.456,58(1+6,67\%)^3) \times (6,9/75) \times 10459960$$

$$= \text{Rp } 12.214.027.099$$
- *Saving* nilai waktu

$$= \text{Nilai waktu jalan nasional} - \text{nilai waktu jalan tol}$$

$$= \text{Rp } 18.382.774.752 - \text{Rp } 12.214.027.099$$

$$= \text{Rp } 6.168.747.653$$

Hasil perhitungan nilai waktu tahunan di jalan nasional Pasuruan – Probolinggo ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.15 Nilai Waktu Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo

Tahun	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Jumlah
2019	Rp 50,251,004,644	Rp 16,085,764,153	Rp 4,578,700,837	Rp 2,380,058,853	Rp 1,105,039,544	Rp 74,400,568,031
2020	Rp 52,556,428,639	Rp 16,964,727,816	Rp 4,828,891,728	Rp 2,510,110,819	Rp 1,165,421,481	Rp 78,025,580,483
2021	Rp 54,967,621,262	Rp 17,891,720,103	Rp 5,092,753,632	Rp 2,647,269,127	Rp 1,229,102,829	Rp 81,828,466,952
2022	Rp 57,489,434,983	Rp 18,869,365,410	Rp 5,371,033,566	Rp 2,791,922,085	Rp 1,296,263,873	Rp 85,818,019,917
2023	Rp 60,126,944,895	Rp 19,900,431,537	Rp 5,664,519,364	Rp 2,944,479,218	Rp 1,367,094,754	Rp 90,003,469,769
2024	Rp 62,885,458,929	Rp 20,987,837,521	Rp 5,974,041,911	Rp 3,105,372,429	Rp 1,441,795,999	Rp 94,394,506,789
2025	Rp 65,770,528,531	Rp 22,134,661,903	Rp 6,300,477,492	Rp 3,275,057,220	Rp 1,520,579,095	Rp 99,001,304,240
2026	Rp 68,787,959,838	Rp 23,344,151,444	Rp 6,644,750,274	Rp 3,454,013,983	Rp 1,603,667,082	Rp 103,834,542,622
2027	Rp 71,943,825,364	Rp 24,619,730,314	Rp 7,007,834,923	Rp 3,642,749,361	Rp 1,691,295,191	Rp 108,905,435,154
2028	Rp 75,244,476,216	Rp 25,965,009,788	Rp 7,390,759,365	Rp 3,841,797,681	Rp 1,783,711,504	Rp 114,225,754,554
2029	Rp 78,696,554,880	Rp 27,383,798,469	Rp 7,794,607,691	Rp 4,051,722,464	Rp 1,881,177,660	Rp 119,807,861,164
2030	Rp 82,307,008,586	Rp 28,880,113,073	Rp 8,220,523,231	Rp 4,273,118,028	Rp 1,983,969,594	Rp 125,664,732,511
2031	Rp 86,083,103,291	Rp 30,458,189,795	Rp 8,669,711,789	Rp 4,506,611,161	Rp 2,092,378,319	Rp 131,809,994,355
2032	Rp 90,032,438,300	Rp 32,122,496,309	Rp 9,143,445,058	Rp 4,752,862,904	Rp 2,206,710,750	Rp 138,257,953,320
2033	Rp 94,162,961,562	Rp 33,877,744,412	Rp 9,643,064,217	Rp 5,012,570,416	Rp 2,327,290,571	Rp 145,023,631,177
2034	Rp 98,482,985,660	Rp 35,728,903,365	Rp 10,169,983,732	Rp 5,286,468,952	Rp 2,454,459,154	Rp 152,122,800,863
2035	Rp 103,001,204,547	Rp 37,681,213,959	Rp 10,725,695,358	Rp 5,575,333,943	Rp 2,588,576,526	Rp 159,572,024,332
2036	Rp 107,726,711,035	Rp 39,740,203,357	Rp 11,311,772,363	Rp 5,879,983,190	Rp 2,730,022,383	Rp 167,388,692,328
2037	Rp 112,669,015,100	Rp 41,911,700,736	Rp 11,929,873,982	Rp 6,201,279,183	Rp 2,879,197,172	Rp 175,591,066,174
2038	Rp 117,838,063,018	Rp 44,201,853,796	Rp 12,581,750,115	Rp 6,540,131,538	Rp 3,036,523,220	Rp 184,198,321,687
2039	Rp 123,244,257,380	Rp 46,617,146,160	Rp 13,269,246,280	Rp 6,897,499,576	Rp 3,202,445,929	Rp 193,230,595,325
2040	Rp 128,898,478,032	Rp 49,164,415,730	Rp 13,994,308,838	Rp 7,274,395,036	Rp 3,377,435,042	Rp 202,709,032,679

Tahun	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Jumlah
2041	Rp 134,812,103,964	Rp 51,850,874,049	Rp 14,758,990,506	Rp 7,671,884,944	Rp 3,561,985,969	Rp 212,655,839,432
2042	Rp 140,997,036,216	Rp 54,684,126,716	Rp 15,565,456,163	Rp 8,091,094,627	Rp 3,756,621,188	Rp 223,094,334,910
2043	Rp 147,465,721,824	Rp 57,672,194,915	Rp 16,415,988,984	Rp 8,533,210,905	Rp 3,961,891,730	Rp 234,049,008,357
2044	Rp 154,231,178,872	Rp 60,823,538,128	Rp 17,312,996,902	Rp 8,999,485,447	Rp 4,178,378,732	Rp 245,545,578,081
2045	Rp 161,307,022,690	Rp 64,147,078,082	Rp 18,259,019,424	Rp 9,491,238,317	Rp 4,406,695,090	Rp 257,611,053,603
2046	Rp 168,707,493,255	Rp 67,652,224,010	Rp 19,256,734,822	Rp 10,009,861,711	Rp 4,647,487,185	Rp 270,273,800,982
2047	Rp 176,447,483,845	Rp 71,348,899,284	Rp 20,308,967,717	Rp 10,556,823,896	Rp 4,901,436,722	Rp 283,563,611,464
2048	Rp 184,542,571,018	Rp 75,247,569,516	Rp 21,418,697,070	Rp 11,133,673,371	Rp 5,169,262,654	Rp 297,511,773,629
2049	Rp 193,009,045,954	Rp 79,359,272,180	Rp 22,589,064,623	Rp 11,742,043,246	Rp 5,451,723,219	Rp 312,151,149,223
2050	Rp 201,863,947,244	Rp 83,695,647,866	Rp 23,823,383,789	Rp 12,383,655,869	Rp 5,749,618,089	Rp 327,516,252,856
2051	Rp 211,125,095,175	Rp 88,268,973,231	Rp 25,125,149,031	Rp 13,060,327,703	Rp 6,063,790,628	Rp 343,643,335,769
2052	Rp 220,811,127,601	Rp 93,092,195,758	Rp 26,498,045,763	Rp 13,773,974,463	Rp 6,395,130,288	Rp 360,570,473,873
2053	Rp 230,941,537,441	Rp 98,178,970,412	Rp 27,945,960,772	Rp 14,526,616,547	Rp 6,744,575,119	Rp 378,337,660,291
2054	Rp 241,536,711,919	Rp 103,543,698,293	Rp 29,472,993,235	Rp 15,320,384,749	Rp 7,113,114,431	Rp 396,986,902,627
2055	Rp 252,617,973,583	Rp 109,201,567,416	Rp 31,083,466,312	Rp 16,157,526,296	Rp 7,501,791,591	Rp 416,562,325,198
2056	Rp 264,207,623,223	Rp 115,168,595,702	Rp 32,781,939,393	Rp 17,040,411,210	Rp 7,911,706,976	Rp 437,110,276,504
2057	Rp 276,328,984,748	Rp 121,461,676,326	Rp 34,573,221,004	Rp 17,971,539,014	Rp 8,344,021,094	Rp 458,679,442,186
2058	Rp 289,006,452,124	Rp 128,098,625,551	Rp 36,462,382,419	Rp 18,953,545,813	Rp 8,799,957,864	Rp 481,320,963,770
2059	Rp 302,265,538,468	Rp 135,098,233,158	Rp 38,454,772,019	Rp 19,989,211,753	Rp 9,280,808,082	Rp 505,088,563,479
2060	Rp 316,132,927,393	Rp 142,480,315,646	Rp 40,556,030,433	Rp 21,081,468,895	Rp 9,787,933,077	Rp 530,038,675,444
2061	Rp 330,636,526,707	Rp 150,265,772,336	Rp 42,772,106,506	Rp 22,233,409,514	Rp 10,322,768,564	Rp 556,230,583,626
2062	Rp 345,805,524,575	Rp 158,476,644,533	Rp 45,109,274,144	Rp 23,448,294,855	Rp 10,886,828,709	Rp 583,726,566,816
2063	Rp 361,670,448,264	Rp 167,136,177,934	Rp 47,574,150,071	Rp 24,729,564,363	Rp 11,481,710,417	Rp 612,592,051,049

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Nilai waktu tahunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.16 Nilai Waktu Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

Tahun	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Jumlah
2019	Rp 29,897,452,192	Rp 9,246,040,622	Rp 2,000,590,384	Rp 979,148,880	Rp 484,209,394	Rp 42,607,441,472
2020	Rp 31,269,092,504	Rp 9,751,265,842	Rp 2,109,907,307	Rp 1,032,651,858	Rp 510,667,725	Rp 44,673,585,235
2021	Rp 32,703,661,159	Rp 10,284,097,746	Rp 2,225,197,562	Rp 1,089,078,363	Rp 538,571,800	Rp 46,840,606,631
2022	Rp 34,204,045,195	Rp 10,846,044,828	Rp 2,346,787,546	Rp 1,148,588,145	Rp 568,000,619	Rp 49,113,466,333
2023	Rp 35,773,264,101	Rp 11,438,698,008	Rp 2,475,021,490	Rp 1,211,349,679	Rp 599,037,497	Rp 51,497,370,776
2024	Rp 37,414,475,894	Rp 12,063,735,141	Rp 2,610,262,436	Rp 1,277,540,650	Rp 631,770,303	Rp 53,997,784,424
2025	Rp 39,130,983,476	Rp 12,722,925,760	Rp 2,752,893,262	Rp 1,347,348,450	Rp 666,291,706	Rp 56,620,442,654
2026	Rp 40,926,241,281	Rp 13,418,136,091	Rp 2,903,317,769	Rp 1,420,970,712	Rp 702,699,438	Rp 59,371,365,291
2027	Rp 42,803,862,223	Rp 14,151,334,336	Rp 3,061,961,822	Rp 1,498,615,865	Rp 741,096,574	Rp 62,256,870,820
2028	Rp 44,767,624,972	Rp 14,924,596,243	Rp 3,229,274,556	Rp 1,580,503,730	Rp 781,591,819	Rp 65,283,591,321
2029	Rp 46,821,481,558	Rp 15,740,110,984	Rp 3,405,729,648	Rp 1,666,866,140	Rp 824,299,819	Rp 68,458,488,148
2030	Rp 48,969,565,319	Rp 16,600,187,352	Rp 3,591,826,657	Rp 1,757,947,592	Rp 869,341,483	Rp 71,788,868,403
2031	Rp 51,216,199,227	Rp 17,507,260,298	Rp 3,788,092,442	Rp 1,854,005,948	Rp 916,844,329	Rp 75,282,402,242
2032	Rp 53,565,904,580	Rp 18,463,897,825	Rp 3,995,082,646	Rp 1,955,313,156	Rp 966,942,841	Rp 78,947,141,048
2033	Rp 56,023,410,109	Rp 19,472,808,257	Rp 4,213,383,278	Rp 2,062,156,027	Rp 1,019,778,852	Rp 82,791,536,522
2034	Rp 58,593,661,487	Rp 20,536,847,908	Rp 4,443,612,365	Rp 2,174,837,040	Rp 1,075,501,947	Rp 86,824,460,747
2035	Rp 61,281,831,288	Rp 21,659,029,166	Rp 4,686,421,706	Rp 2,293,675,208	Rp 1,134,269,881	Rp 91,055,227,249
2036	Rp 64,093,329,393	Rp 22,842,529,025	Rp 4,942,498,716	Rp 2,419,006,970	Rp 1,196,249,032	Rp 95,493,613,136
2037	Rp 67,033,813,878	Rp 24,090,698,077	Rp 5,212,568,371	Rp 2,551,187,151	Rp 1,261,614,869	Rp 100,149,882,346
2038	Rp 70,109,202,402	Rp 25,407,069,995	Rp 5,497,395,262	Rp 2,690,589,966	Rp 1,330,552,447	Rp 105,034,810,072
2039	Rp 73,325,684,115	Rp 26,795,371,545	Rp 5,797,785,758	Rp 2,837,610,076	Rp 1,403,256,936	Rp 110,159,708,430
2040	Rp 76,689,732,114	Rp 28,259,533,129	Rp 6,114,590,292	Rp 2,992,663,707	Rp 1,479,934,167	Rp 115,536,453,409

Tahun	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Jumlah
2041	Rp 80,208,116,469	Rp 29,803,699,916	Rp 6,448,705,763	Rp 3,156,189,831	Rp 1,560,801,221	Rp 121,177,513,200
2042	Rp 83,887,917,851	Rp 31,432,243,578	Rp 6,801,078,084	Rp 3,328,651,403	Rp 1,646,087,039	Rp 127,095,977,954
2043	Rp 87,736,541,775	Rp 33,149,774,662	Rp 7,172,704,849	Rp 3,510,536,677	Rp 1,736,033,073	Rp 133,305,591,037
2044	Rp 91,761,733,512	Rp 34,961,155,650	Rp 7,564,638,168	Rp 3,702,360,588	Rp 1,830,893,968	Rp 139,820,781,886
2045	Rp 95,971,593,668	Rp 36,871,514,719	Rp 7,977,987,637	Rp 3,904,666,203	Rp 1,930,938,284	Rp 146,656,700,511
2046	Rp 100,374,594,493	Rp 38,886,260,262	Rp 8,413,923,485	Rp 4,118,026,270	Rp 2,036,449,255	Rp 153,829,253,764
2047	Rp 104,979,596,926	Rp 41,011,096,199	Rp 8,873,679,884	Rp 4,343,044,828	Rp 2,147,725,591	Rp 161,355,143,428
2048	Rp 109,795,868,431	Rp 43,252,038,127	Rp 9,358,558,445	Rp 4,580,358,925	Rp 2,265,082,325	Rp 169,251,906,253
2049	Rp 114,833,101,645	Rp 45,615,430,348	Rp 9,869,931,901	Rp 4,830,640,417	Rp 2,388,851,705	Rp 177,537,956,016
2050	Rp 120,101,433,887	Rp 48,107,963,830	Rp 10,409,247,996	Rp 5,094,597,874	Rp 2,519,384,133	Rp 186,232,627,719
2051	Rp 125,611,467,557	Rp 50,736,695,154	Rp 10,978,033,579	Rp 5,372,978,581	Rp 2,657,049,157	Rp 195,356,224,028
2052	Rp 131,374,291,473	Rp 53,509,066,488	Rp 11,577,898,933	Rp 5,666,570,660	Rp 2,802,236,518	Rp 204,930,064,071
2053	Rp 137,401,503,188	Rp 56,432,926,656	Rp 12,210,542,328	Rp 5,976,205,294	Rp 2,955,357,256	Rp 214,976,534,723
2054	Rp 143,705,232,331	Rp 59,516,553,361	Rp 12,877,754,834	Rp 6,302,759,087	Rp 3,116,844,868	Rp 225,519,144,481
2055	Rp 150,298,165,013	Rp 62,768,676,620	Rp 13,581,425,387	Rp 6,647,156,541	Rp 3,287,156,540	Rp 236,582,580,101
2056	Rp 157,193,569,363	Rp 66,198,503,478	Rp 14,323,546,140	Rp 7,010,372,674	Rp 3,466,774,438	Rp 248,192,766,094
2057	Rp 164,405,322,228	Rp 69,815,744,073	Rp 15,106,218,102	Rp 7,393,435,784	Rp 3,656,207,077	Rp 260,376,927,264
2058	Rp 171,947,937,096	Rp 73,630,639,129	Rp 15,931,657,084	Rp 7,797,430,356	Rp 3,855,990,758	Rp 273,163,654,423
2059	Rp 179,836,593,311	Rp 77,653,988,946	Rp 16,802,199,978	Rp 8,223,500,133	Rp 4,066,691,084	Rp 286,582,973,453
2060	Rp 188,087,166,615	Rp 81,897,183,980	Rp 17,720,311,365	Rp 8,672,851,356	Rp 4,288,904,568	Rp 300,666,417,884
2061	Rp 196,716,261,101	Rp 86,372,237,084	Rp 18,688,590,499	Rp 9,146,756,178	Rp 4,523,260,315	Rp 315,447,105,177
2062	Rp 205,741,242,627	Rp 91,091,817,526	Rp 19,709,778,663	Rp 9,646,556,265	Rp 4,770,421,806	Rp 330,959,816,886
2063	Rp 215,180,273,764	Rp 96,069,286,847	Rp 20,786,766,929	Rp 10,173,666,593	Rp 5,031,088,777	Rp 347,241,082,911

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Selanjutnya dilakukan perhitungan *saving* nilai waktu yaitu selisih antara nilai waktu jalan nasional dan nilai waktu jalan tol yang ditunjukkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.17 Saving Nilai Waktu

Tahun	VOT/tahun		
	VOT jalan nasional	VOT jalan tol	Saving VOT
2019	Rp 74,400,568,031	Rp 42,607,441,472	Rp 31,793,126,559
2020	Rp 78,025,580,483	Rp 44,673,585,235	Rp 33,351,995,247
2021	Rp 81,828,466,952	Rp 46,840,606,631	Rp 34,987,860,321
2022	Rp 85,818,019,917	Rp 49,113,466,333	Rp 36,704,553,585
2023	Rp 90,003,469,769	Rp 51,497,370,776	Rp 38,506,098,993
2024	Rp 94,394,506,789	Rp 53,997,784,424	Rp 40,396,722,365
2025	Rp 99,001,304,240	Rp 56,620,442,654	Rp 42,380,861,586
2026	Rp 103,834,542,622	Rp 59,371,365,291	Rp 44,463,177,331
2027	Rp 108,905,435,154	Rp 62,256,870,820	Rp 46,648,564,334
2028	Rp 114,225,754,554	Rp 65,283,591,321	Rp 48,942,163,233
2029	Rp 119,807,861,164	Rp 68,458,488,148	Rp 51,349,373,017
2030	Rp 125,664,732,511	Rp 71,788,868,403	Rp 53,875,864,108
2031	Rp 131,809,994,355	Rp 75,282,402,242	Rp 56,527,592,113
2032	Rp 138,257,953,320	Rp 78,947,141,048	Rp 59,310,812,273
2033	Rp 145,023,631,177	Rp 82,791,536,522	Rp 62,232,094,655
2034	Rp 152,122,800,863	Rp 86,824,460,747	Rp 65,298,340,116
2035	Rp 159,572,024,332	Rp 91,055,227,249	Rp 68,516,797,083
2036	Rp 167,388,692,328	Rp 95,493,613,136	Rp 71,895,079,191
2037	Rp 175,591,066,174	Rp 100,149,882,346	Rp 75,441,183,828
2038	Rp 184,198,321,687	Rp 105,034,810,072	Rp 79,163,511,614
2039	Rp 193,230,595,325	Rp 110,159,708,430	Rp 83,070,886,895
2040	Rp 202,709,032,679	Rp 115,536,453,409	Rp 87,172,579,271
2041	Rp 212,655,839,432	Rp 121,177,513,200	Rp 91,478,326,232
2042	Rp 223,094,334,910	Rp 127,095,977,954	Rp 95,998,356,956
2043	Rp 234,049,008,357	Rp 133,305,591,037	Rp 100,743,417,320
2044	Rp 245,545,578,081	Rp 139,820,781,886	Rp 105,724,796,195
2045	Rp 257,611,053,603	Rp 146,656,700,511	Rp 110,954,353,091
2046	Rp 270,273,800,982	Rp 153,829,253,764	Rp 116,444,547,218
2047	Rp 283,563,611,464	Rp 161,355,143,428	Rp 122,208,468,037
2048	Rp 297,511,773,629	Rp 169,251,906,253	Rp 128,259,867,377
2049	Rp 312,151,149,223	Rp 177,537,956,016	Rp 134,613,193,207
2050	Rp 327,516,252,856	Rp 186,232,627,719	Rp 141,283,625,137

Tahun	VOT/tahun		
	VOT jalan nasional	VOT jalan tol	Saving VOT
2051	Rp 343,643,335,769	Rp 195,356,224,028	Rp 148,287,111,741
2052	Rp 360,570,473,873	Rp 204,930,064,071	Rp 155,640,409,801
2053	Rp 378,337,660,291	Rp 214,976,534,723	Rp 163,361,125,569
2054	Rp 396,986,902,627	Rp 225,519,144,481	Rp 171,467,758,146
2055	Rp 416,562,325,198	Rp 236,582,580,101	Rp 179,979,745,097
2056	Rp 437,110,276,504	Rp 248,192,766,094	Rp 188,917,510,410
2057	Rp 458,679,442,186	Rp 260,376,927,264	Rp 198,302,514,922
2058	Rp 481,320,963,770	Rp 273,163,654,423	Rp 208,157,309,347
2059	Rp 505,088,563,479	Rp 286,582,973,453	Rp 218,505,590,027
2060	Rp 530,038,675,444	Rp 300,666,417,884	Rp 229,372,257,560
2061	Rp 556,230,583,626	Rp 315,447,105,177	Rp 240,783,478,449
2062	Rp 583,726,566,816	Rp 330,959,816,886	Rp 252,766,749,930
2063	Rp 612,592,051,049	Rp 347,241,082,912	Rp 265,350,968,138

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

5.2.3. Analisa *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Analisa *benefit cost ratio* bertujuan untuk mengetahui kelayakan proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 dari aspek ekonomi. Perhitungan analisa BCR dilakukan dengan membandingkan besarnya biaya yang keluar (*cost*) dan besarnya biaya penghematan (*benefit*) selama 45 tahun.

Tabel 5.18 Perhitungan BCRE dan NPVe

n	Tahun	Konstruksi	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Total Biaya	Saving BOK	Saving VOT	Total benefit	i	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	d	e	f	g=b+e+d+e+f	h	i	j=h+i	j	k=g/i	l=j/i	m=l-k
0	2018	Rp 2,538,310,360,656	Rp 23,383,103,607		Rp 2,563,693,464,262				1,000	Rp 2,563,693,464,262		Rp (2,563,693,464,262)
1	2019		Rp 26,783,066,381		Rp 26,783,066,381	Rp 371,293,639,059	Rp 31,793,126,559	Rp 403,086,765,618	0.928	Rp 24,859,664,900	Rp 374,139,457,241	Rp (2,214,413,671,921)
2	2020		Rp 28,260,241,769		Rp 28,260,241,769	Rp 389,297,080,948	Rp 33,351,995,247	Rp 422,649,076,195	0.862	Rp 24,347,020,306	Rp 364,124,472,993	Rp (1,874,636,219,235)
3	2021		Rp 29,818,888,303		Rp 29,818,888,303	Rp 408,179,445,476	Rp 34,987,860,321	Rp 443,167,305,797	0.800	Rp 23,844,947,234	Rp 354,382,796,410	Rp (1,544,098,370,059)
4	2022		Rp 31,463,499,389		Rp 31,463,499,389	Rp 427,983,949,736	Rp 36,704,553,585	Rp 464,688,503,320	0.742	Rp 23,353,227,682	Rp 344,906,848,571	Rp (1,222,544,749,171)
5	2023		Rp 33,198,816,259	Rp 99,596,448,776	Rp 132,795,265,035	Rp 448,755,951,662	Rp 38,506,098,993	Rp 487,262,050,655	0.689	Rp 91,486,592,580	Rp 335,689,263,439	Rp (978,342,078,312)
6	2024		Rp 35,029,841,638		Rp 35,029,841,638	Rp 470,543,056,888	Rp 40,396,722,365	Rp 510,939,779,253	0.639	Rp 22,399,999,520	Rp 326,722,881,826	Rp (674,019,196,006)
7	2025		Rp 36,961,854,171		Rp 36,961,854,171	Rp 493,395,230,981	Rp 42,380,861,586	Rp 535,776,092,567	0.594	Rp 21,938,077,016	Rp 318,000,745,521	Rp (377,956,527,501)
8	2026		Rp 39,000,423,634		Rp 39,000,423,634	Rp 517,364,917,316	Rp 44,463,177,331	Rp 561,828,094,647	0.551	Rp 21,485,680,066	Rp 309,516,091,591	Rp (89,926,115,976)
9	2027		Rp 41,151,426,999		Rp 41,151,426,999	Rp 542,507,160,895	Rp 46,648,564,334	Rp 589,155,725,229	0.511	Rp 21,042,612,238	Rp 301,262,346,847	Rp 190,293,618,633
10	2028		Rp 43,421,065,370	Rp 130,263,196,109	Rp 173,684,261,479	Rp 568,879,738,388	Rp 48,942,163,233	Rp 617,821,901,621	0.475	Rp 82,434,724,607	Rp 293,233,122,463	Rp 401,092,016,489
11	2029		Rp 45,815,881,862		Rp 45,815,881,862	Rp 596,543,294,736	Rp 51,349,373,017	Rp 647,892,667,753	0.441	Rp 20,183,698,393	Rp 285,422,208,749	Rp 666,330,526,846
12	2030		Rp 48,342,780,466		Rp 48,342,780,466	Rp 625,561,486,626	Rp 53,875,864,108	Rp 679,437,350,733	0.409	Rp 19,767,479,433	Rp 277,823,570,080	Rp 924,386,617,493
13	2031		Rp 51,009,045,951		Rp 51,009,045,951	Rp 656,001,133,203	Rp 56,527,592,113	Rp 712,528,725,315	0.380	Rp 19,359,843,550	Rp 270,431,339,960	Rp 1,175,458,113,904
14	2032		Rp 53,822,364,866		Rp 53,822,364,866	Rp 687,932,374,386	Rp 59,310,812,273	Rp 747,243,186,659	0.352	Rp 18,960,613,746	Rp 263,239,816,238	Rp 1,419,737,316,395
15	2033		Rp 56,790,847,696	Rp 170,372,543,087	Rp 227,163,390,783	Rp 717,428,837,164	Rp 62,232,094,655	Rp 783,660,931,819	0.327	Rp 74,278,466,706	Rp 256,243,456,448	Rp 1,601,702,306,137
16	2034		Rp 59,923,052,249		Rp 59,923,052,249	Rp 756,567,810,281	Rp 65,298,340,116	Rp 821,866,150,397	0.304	Rp 18,186,682,569	Rp 249,436,873,294	Rp 1,832,952,496,862
17	2035		Rp 63,228,008,324		Rp 63,228,008,324	Rp 793,430,427,747	Rp 68,516,797,083	Rp 861,947,224,830	0.282	Rp 17,811,645,152	Rp 242,814,830,256	Rp 2,057,955,681,966
18	2036		Rp 66,715,243,743		Rp 66,715,243,743	Rp 832,101,861,612	Rp 71,895,079,191	Rp 903,996,940,803	0.261	Rp 17,444,341,585	Rp 236,372,237,327	Rp 2,276,883,577,708
19	2037		Rp 70,394,811,820		Rp 70,394,811,820	Rp 872,671,524,473	Rp 75,441,183,828	Rp 948,112,708,300	0.243	Rp 17,084,612,384	Rp 230,104,146,864	Rp 2,489,903,112,188
20	2038		Rp 74,277,320,341	Rp 222,831,961,023	Rp 297,109,281,364	Rp 915,233,282,224	Rp 79,163,511,614	Rp 994,396,793,838	0.225	Rp 66,929,205,410	Rp 224,005,749,564	Rp 2,646,979,656,341

21	2039	Rp 78,373,962,149	Rp 78,373,962,149	Rp 959,885,677,555	Rp 83,070,886,895	Rp 1,042,956,564,450	0.209	Rp 16,387,255,518	Rp 218,072,370,555	Rp 2,848,664,771,378
22	2040	Rp 82,696,547,408	Rp 82,696,547,408	Rp 1,006,732,164,751	Rp 87,172,579,271	Rp 1,093,904,744,022	0.194	Rp 16,049,325,060	Rp 212,299,465,594	Rp 3,044,914,911,912
23	2041	Rp 87,257,537,653	Rp 87,257,537,653	Rp 1,055,881,356,377	Rp 91,478,326,232	Rp 1,147,359,682,609	0.180	Rp 15,718,363,248	Rp 206,682,617,375	Rp 3,235,879,166,039
24	2042	Rp 92,070,081,713	Rp 92,070,081,713	Rp 1,107,447,282,440	Rp 95,998,356,956	Rp 1,203,445,639,396	0.167	Rp 15,394,226,380	Rp 201,217,531,946	Rp 3,421,702,471,606
25	2043	Rp 97,148,053,619	Rp 291,444,160,858	Rp 388,592,214,477	Rp 100,743,417,320	Rp 1,262,293,079,992	0.155	Rp 60,307,094,849	Rp 195,900,035,221	Rp 3,557,295,411,977
26	2044	Rp 102,506,092,603	Rp 102,506,092,603	Rp 1,218,314,192,605	Rp 105,724,796,195	Rp 1,324,038,988,800	0.144	Rp 14,765,867,408	Rp 190,726,069,597	Rp 3,733,255,614,166
27	2045	Rp 108,159,645,297	Rp 108,159,645,297	Rp 1,277,872,844,139	Rp 110,954,353,091	Rp 1,388,827,197,231	0.134	Rp 14,461,372,471	Rp 185,691,690,668	Rp 3,904,485,932,362
28	2046	Rp 114,125,010,268	Rp 114,125,010,268	Rp 1,340,364,181,337	Rp 116,444,547,218	Rp 1,456,808,728,555	0.124	Rp 14,163,156,689	Rp 180,793,064,026	Rp 4,071,115,839,700
29	2047	Rp 120,419,385,001	Rp 120,419,385,001	Rp 1,405,933,692,234	Rp 122,208,468,037	Rp 1,528,142,160,270	0.115	Rp 13,871,090,576	Rp 176,026,462,163	Rp 4,233,271,211,287
30	2048	Rp 127,060,915,481	Rp 381,182,746,444	Rp 508,243,661,926	Rp 1,474,734,137,477	Rp 1,602,994,004,853	0.107	Rp 54,340,189,262	Rp 171,388,261,448	Rp 4,350,319,283,473
31	2049	Rp 134,068,748,507	Rp 134,068,748,507	Rp 1,546,925,916,645	Rp 134,613,193,207	Rp 1,681,539,109,852	0.099	Rp 13,304,902,708	Rp 166,874,939,207	Rp 4,503,889,319,972
32	2050	Rp 141,463,086,883	Rp 141,463,086,883	Rp 1,622,677,453,165	Rp 141,283,625,137	Rp 1,763,961,078,302	0.092	Rp 13,030,535,114	Rp 162,483,070,867	Rp 4,633,341,855,724
33	2051	Rp 149,265,247,668	Rp 149,265,247,668	Rp 1,702,165,598,772	Rp 148,287,111,741	Rp 1,850,452,710,513	0.085	Rp 12,761,825,403	Rp 158,209,327,200	Rp 4,798,789,357,522
34	2052	Rp 157,497,723,627	Rp 157,497,723,627	Rp 1,785,576,058,503	Rp 155,640,409,801	Rp 1,941,216,468,304	0.079	Rp 12,498,656,900	Rp 154,050,471,631	Rp 4,940,341,172,253
35	2053	Rp 166,184,248,078	Rp 498,552,744,234	Rp 664,736,992,312	Rp 1,873,103,837,291	Rp 1,633,61,125,569	0.074	Rp 48,963,661,347	Rp 150,003,357,629	Rp 5,041,380,868,535
36	2054	Rp 175,349,863,307	Rp 175,349,863,307	Rp 1,964,953,709,252	Rp 171,467,758,146	Rp 2,136,421,467,398	0.068	Rp 11,988,488,802	Rp 146,064,926,171	Rp 5,175,457,305,904
37	2055	Rp 185,020,992,768	Rp 185,020,992,768	Rp 2,061,340,710,833	Rp 179,979,745,097	Rp 2,241,320,455,930	0.063	Rp 11,741,267,691	Rp 142,232,203,280	Rp 5,305,948,241,493
38	2056	Rp 195,225,517,256	Rp 195,225,517,256	Rp 2,162,490,659,037	Rp 188,917,510,410	Rp 2,351,408,169,447	0.059	Rp 11,499,144,660	Rp 138,502,297,632	Rp 5,432,951,394,464
39	2057	Rp 205,992,855,284	Rp 205,992,855,284	Rp 2,268,640,696,023	Rp 198,302,514,922	Rp 2,466,943,210,945	0.055	Rp 11,262,014,580	Rp 134,872,398,224	Rp 5,556,561,778,108
40	2058	Rp 217,354,047,896	Rp 652,062,143,687	Rp 869,416,191,583	Rp 2,380,039,861,413	Rp 2,08,157,309,347	0.051	Rp 44,119,097,947	Rp 131,339,722,124	Rp 5,643,782,452,285
41	2059	Rp 229,341,848,151	Rp 229,341,848,151	Rp 2,496,949,693,742	Rp 218,505,590,027	Rp 2,715,455,283,769	0.047	Rp 10,802,323,542	Rp 127,901,762,266	Rp 5,760,881,891,009
42	2060	Rp 241,990,815,549	Rp 241,990,815,549	Rp 2,619,644,862,545	Rp 229,372,257,560	Rp 2,849,017,120,105	0.044	Rp 10,579,562,987	Rp 124,555,785,327	Rp 5,874,858,113,349
43	2061	Rp 253,337,415,663	Rp 253,337,415,663	Rp 2,748,413,832,637	Rp 240,783,478,449	Rp 2,989,197,311,086	0.041	Rp 10,361,396,097	Rp 121,299,329,643	Rp 5,985,796,046,894
44	2062	Rp 269,420,125,261	Rp 269,420,125,261	Rp 2,883,559,562,258	Rp 252,766,749,930	Rp 3,136,326,312,188	0.038	Rp 10,147,728,145	Rp 118,129,953,205	Rp 6,093,778,271,955
45	2063	Rp 284,279,543,236	Rp 852,838,629,709	Rp 1,137,118,172,945	Rp 3,025,400,236,810	Rp 265,300,968,138	0.035	Rp 39,753,865,420	Rp 115,045,281,700	Rp 6,169,069,688,234
TOTAL							Rp 3,719,165,012,143	Rp 9,888,234,700,378		

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Dari tabel 5.18, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Cost (biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan tol)
= Rp 3.719.165.012.143
- Benefit (*saving* BOK dan *saving* nilai waktu)
= Rp 9.888.234.700.378
- $BCR = \frac{\text{Rp } 9.888.234.700.378}{\text{Rp } 3.719.165.012.143} = 2,66 > 1$

Karena nilai $BCR > 1$ maka proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara ekonomi.

5.2.4. Analisa *Net Present Value* (NPV)

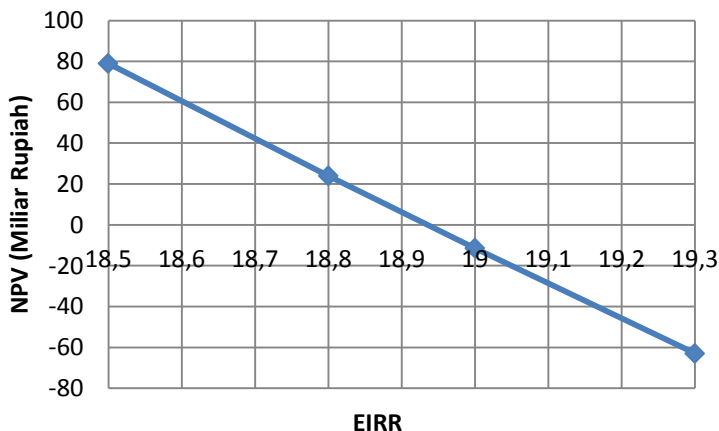
Analisa net present value bertujuan untuk mengetahui apakah suatu proyek tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 mempunyai manfaat dalam suatu periode analisis. Perhitungan analisa NPV dilakukan dengan menghitung selisih dari *present worth benefit* dan *present worth cost*. Dari tabel 5.18, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Cost (biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan tol)
= Rp 3.719.165.012.143
- Benefit (*saving* BOK dan *saving* nilai waktu)
= Rp 9.888.234.700.378
- NPV
= Rp 9.888.234.700.378 - Rp 3.719.165.012.143
= Rp 6.169.069.688.234

Karena nilai $NPV > 0$ maka proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara ekonomi.

5.2.5. Analisa *Economic Internal Rate of Return* (EIRR)

Perhitungan analisa *economic internal rate of return* dilakukan dengan cara mencoba beberapa suku bunga sehingga menghasilkan NPV yang mendekati 0.



Gambar 5.1 Economic Internal Rate of Return

Dari gambar 5.1 menunjukkan bahwa nilai IRR yang menghasilkan NPV mendekati 0 adalah 18,93% > suku bunga yang berlaku sekarang yaitu 7,74%. Oleh karena itu proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara ekonomi.

5.3. Analisa Kelayakan Finansial

Analisa kelayakan finansial menyangkut komponen-komponen usulan alternatif transportasi yang mendatangkan hasil (*revenue earning*) dalam kata lain ditinjau dari sisi pengelola. Dibutuhkan perhitungan tarif tol sebagai *income* dan biaya proyek sebagai *outcome*. Selanjutnya dilakukan analisa BCR, NPV dan BEP untuk mengetahui proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak dibangun atau tidak ditinjau dari aspek finansial.

5.3.1. Tarif Tol

Besarnya tarif tol dihitung berdasarkan selisih biaya operasional kendaraan, nilai waktu dan waktu tempuh di jalan nasional dan jalan tol. Berikut ini adalah contoh perhitungan BKBOOK untuk kendaraan golongan I di segmen Ketapang - Probolinggo dan jalan tol seksi 3:

BKBOOK = biaya operasional jalan nasional – biaya operasional jalan tol

= (BOK jalan nasional x panjang jalan nasional)+(nilai waktu jalan nasional x waktu tempuh jalan nasional) – (BOK jalan tol x panjang jalan tol) + (nilai waktu jalan tol x waktu tempuh jalan tol)

= (Rp 3.761 x 10,9)+(Rp 10.475 x 0,22) – (Rp 3.246 x 10,9)+(Rp 10.475 x 0,15)

= Rp 6.371

Selanjutnya hasil perhitungan tarif tol disajikan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 5.19 Tarif Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

Seksi	Golongan	Tarif tol	
		70%	per km
2	I	Rp 3,500	Rp 500
	II	Rp 5,000	Rp 750
	III	Rp 10,500	Rp 1,500
	IV	Rp 14,000	Rp 2,000
	V	Rp 17,500	Rp 2,500
3	I	Rp 5,500	Rp 500
	II	Rp 11,000	Rp 1,000
	III	Rp 22,000	Rp 2,000
	IV	Rp 32,500	Rp 3,000
	V	Rp 38,000	Rp 3,500

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

5.3.2. Analisa *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Analisa *benefit cost ratio* bertujuan untuk mengetahui kelayakan proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 dari aspek ekonomi. Perhitungan analisa BCR dilakukan dengan membandingkan besarnya biaya yang keluar (*cost*) dan besarnya biaya penghematan (*benefit*) selama 45 tahun.

Tabel 5.20 Perhitungan BCRf dan NPVf

n	Tahun	Konstruksi	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Total Biaya	Tarif Tol	Total benefit	i	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	d	e	f	g = b+c+d+e+f	h	j = h	j	k = g*i	l = j*i	m = l-k
0	2018	Rp 2,538,310,360,656	Rp 25,383,103,607		Rp 2,563,693,464,262			1.000	Rp 2,563,693,464,262		Rp (2,563,693,464,262)
1	2019		Rp 26,783,066,381		Rp 26,783,066,381	Rp 180,380,326,962	Rp 180,380,326,962	0.928	Rp 24,859,664,900	Rp 167,426,478,324	Rp (2,421,126,650,839)
2	2020		Rp 28,260,241,769		Rp 28,260,241,769	Rp 202,715,540,985	Rp 202,715,540,985	0.862	Rp 24,347,020,306	Rp 174,645,335,068	Rp (2,270,828,336,077)
3	2021		Rp 29,818,888,303		Rp 29,818,888,303	Rp 212,916,197,347	Rp 212,916,197,347	0.800	Rp 23,844,947,234	Rp 170,260,387,961	Rp (2,124,412,895,350)
4	2022		Rp 31,463,499,389		Rp 31,463,499,389	Rp 223,634,043,207	Rp 223,634,043,207	0.742	Rp 23,353,227,682	Rp 165,988,425,633	Rp (1,981,777,697,399)
5	2023		Rp 33,198,816,259	Rp 99,596,448,776	Rp 132,795,265,035	Rp 234,895,494,788	Rp 234,895,494,788	0.689	Rp 91,486,592,580	Rp 161,826,465,912	Rp (1,911,437,824,067)
6	2024		Rp 35,029,841,638		Rp 35,029,841,638	Rp 246,728,327,148	Rp 246,728,327,148	0.639	Rp 22,399,999,520	Rp 157,771,607,041	Rp (1,776,066,216,546)
7	2025		Rp 36,961,854,171		Rp 36,961,854,171	Rp 259,161,744,545	Rp 259,161,744,545	0.594	Rp 21,938,077,016	Rp 153,821,025,460	Rp (1,644,183,268,102)
8	2026		Rp 39,000,423,634		Rp 39,000,423,634	Rp 272,226,454,479	Rp 272,226,454,479	0.551	Rp 21,485,680,066	Rp 149,971,973,671	Rp (1,515,696,974,497)
9	2027		Rp 41,151,426,999		Rp 41,151,426,999	Rp 285,954,745,580	Rp 285,954,745,580	0.511	Rp 21,042,612,238	Rp 146,221,778,142	Rp (1,390,517,808,593)
10	2028		Rp 43,421,065,370	Rp 130,263,196,109	Rp 173,684,261,479	Rp 300,380,569,567	Rp 300,380,569,567	0.475	Rp 82,434,724,607	Rp 142,567,837,285	Rp (1,330,384,695,914)
11	2029		Rp 45,815,881,862		Rp 45,815,881,862	Rp 315,539,627,478	Rp 315,539,627,478	0.441	Rp 20,183,698,393	Rp 139,007,619,480	Rp (1,211,560,774,827)
12	2030		Rp 48,342,780,466		Rp 48,342,780,466	Rp 331,469,460,399	Rp 331,469,460,399	0.409	Rp 19,767,479,433	Rp 135,538,661,160	Rp (1,095,789,593,100)
13	2031		Rp 51,009,045,951		Rp 51,009,045,951	Rp 348,209,544,925	Rp 348,209,544,925	0.380	Rp 19,359,843,550	Rp 132,158,564,947	Rp (982,990,871,703)
14	2032		Rp 53,822,364,866		Rp 53,822,364,866	Rp 365,801,393,615	Rp 365,801,393,615	0.352	Rp 18,960,613,746	Rp 128,864,997,840	Rp (873,086,487,609)
15	2033		Rp 56,790,847,696	Rp 170,372,543,087	Rp 227,163,390,783	Rp 384,288,660,675	Rp 384,288,660,675	0.327	Rp 74,278,466,706	Rp 125,655,689,453	Rp (821,709,264,862)

16	2034	Rp 59,923,052,249		Rp 59,923,052,249	Rp 403,717,253,177	Rp 403,717,253,177	0.304	Rp 18,186,682,569	Rp 122,528,430,303	Rp (717,367,517,128)
17	2035	Rp 63,228,008,324		Rp 63,228,008,324	Rp 424,135,448,078	Rp 424,135,448,078	0.282	Rp 17,811,645,152	Rp 119,481,070,145	Rp (615,698,092,136)
18	2036	Rp 66,715,243,743		Rp 66,715,243,743	Rp 445,594,015,360	Rp 445,594,015,360	0.261	Rp 17,444,341,585	Rp 116,511,516,352	Rp (516,630,917,369)
19	2037	Rp 70,394,811,820		Rp 70,394,811,820	Rp 468,146,347,606	Rp 468,146,347,606	0.243	Rp 17,084,612,384	Rp 113,617,732,344	Rp (420,097,797,410)
20	2038	Rp 74,277,320,341	Rp 222,831,961,023	Rp 297,109,281,364	Rp 491,848,596,346	Rp 491,848,596,346	0.225	Rp 66,929,205,410	Rp 110,797,736,054	Rp (376,229,266,766)
21	2039	Rp 78,373,962,149		Rp 78,373,962,149	Rp 516,759,815,543	Rp 516,759,815,543	0.209	Rp 16,387,255,518	Rp 108,049,598,444	Rp (284,566,923,841)
22	2040	Rp 82,696,547,408		Rp 82,696,547,408	Rp 542,942,112,580	Rp 542,942,112,580	0.194	Rp 16,049,325,060	Rp 105,371,442,056	Rp (195,244,806,844)
23	2041	Rp 87,257,537,653		Rp 87,257,537,653	Rp 570,460,807,149	Rp 570,460,807,149	0.180	Rp 15,718,363,248	Rp 102,761,439,607	Rp (108,201,730,486)
24	2042	Rp 92,070,081,713		Rp 92,070,081,713	Rp 599,384,598,456	Rp 599,384,598,456	0.167	Rp 15,394,226,380	Rp 100,217,812,620	Rp (23,378,144,245)
25	2043	Rp 97,148,053,619	Rp 291,444,160,858	Rp 388,592,214,477	Rp 629,785,741,186	Rp 629,785,741,186	0.155	Rp 60,307,094,849	Rp 97,738,830,098	Rp 14,053,591,004
26	2044	Rp 102,506,092,603		Rp 102,506,092,603	Rp 661,740,230,676	Rp 661,740,230,676	0.144	Rp 14,765,867,408	Rp 95,322,807,227	Rp 94,610,530,823
27	2045	Rp 108,159,645,297		Rp 108,159,645,297	Rp 695,327,997,797	Rp 695,327,997,797	0.134	Rp 14,461,372,471	Rp 92,968,104,122	Rp 173,117,262,474
28	2046	Rp 114,125,010,268		Rp 114,125,010,268	Rp 730,633,114,039	Rp 730,633,114,039	0.124	Rp 14,163,156,689	Rp 90,673,124,602	Rp 249,627,230,387
29	2047	Rp 120,419,385,001		Rp 120,419,385,001	Rp 767,744,007,355	Rp 767,744,007,355	0.115	Rp 13,871,090,576	Rp 88,436,315,007	Rp 324,192,454,819
30	2048	Rp 127,069,915,481	Rp 381,182,746,444	Rp 508,243,661,926	Rp 806,753,689,313	Rp 806,753,689,313	0.107	Rp 54,340,189,262	Rp 86,256,163,036	Rp 356,108,428,593
31	2049	Rp 134,068,748,507		Rp 134,068,748,507	Rp 847,759,994,167	Rp 847,759,994,167	0.099	Rp 13,304,902,708	Rp 84,131,196,628	Rp 426,934,722,512
32	2050	Rp 141,463,086,883		Rp 141,463,086,883	Rp 890,865,830,462	Rp 890,865,830,462	0.092	Rp 13,030,535,114	Rp 82,059,982,867	Rp 495,964,170,265
33	2051	Rp 149,265,247,668		Rp 149,265,247,668	Rp 936,179,445,850	Rp 936,179,445,850	0.085	Rp 12,761,825,403	Rp 80,041,126,923	Rp 563,243,471,785
34	2052	Rp 157,497,723,627		Rp 157,497,723,627	Rp 983,814,705,797	Rp 983,814,705,797	0.079	Rp 12,498,656,900	Rp 78,073,271,013	Rp 628,818,085,899
35	2053	Rp 166,184,248,078	Rp 498,552,744,234	Rp 664,736,992,312	Rp 1,033,891,386,920	Rp 1,033,891,386,920	0.074	Rp 48,963,661,347	Rp 76,155,093,404	Rp 656,009,517,956
36	2054	Rp 175,349,863,307		Rp 175,349,863,307	Rp 1,086,535,485,736	Rp 1,086,535,485,736	0.068	Rp 11,988,488,802	Rp 74,285,307,430	Rp 718,306,336,584
37	2055	Rp 185,020,992,768		Rp 185,020,992,768	Rp 1,141,879,543,620	Rp 1,141,879,543,620	0.063	Rp 11,741,267,691	Rp 72,462,660,545	Rp 779,027,729,438
38	2056	Rp 195,225,517,256		Rp 195,225,517,256	Rp 1,200,062,988,838	Rp 1,200,062,988,838	0.059	Rp 11,499,144,660	Rp 70,685,933,398	Rp 838,214,518,175
39	2057	Rp 205,992,855,284		Rp 205,992,855,284	Rp 1,261,232,496,554	Rp 1,261,232,496,554	0.055	Rp 11,262,014,580	Rp 68,953,938,937	Rp 895,906,442,533
40	2058	Rp 217,354,047,896	Rp 652,062,143,687	Rp 869,416,191,583	Rp 1,325,542,367,763	Rp 1,325,542,367,763	0.051	Rp 44,119,097,947	Rp 67,265,521,533	Rp 919,052,866,119
41	2059	Rp 229,341,848,151		Rp 229,341,848,151	Rp 1,393,154,928,139	Rp 1,393,154,928,139	0.047	Rp 10,802,323,542	Rp 65,619,556,133	Rp 973,870,098,709
42	2060	Rp 241,990,815,549		Rp 241,990,815,549	Rp 1,464,240,947,870	Rp 1,464,240,947,870	0.044	Rp 10,579,562,987	Rp 64,014,947,429	Rp 1,027,305,483,152
43	2061	Rp 255,337,415,663		Rp 255,337,415,663	Rp 1,538,980,083,572	Rp 1,538,980,083,572	0.041	Rp 10,361,396,097	Rp 62,450,629,063	Rp 1,079,394,716,118
44	2062	Rp 269,420,125,261		Rp 269,420,125,261	Rp 1,617,561,343,448	Rp 1,617,561,343,448	0.038	Rp 10,147,728,145	Rp 60,925,562,836	Rp 1,130,172,550,809
45	2063	Rp 284,279,543,236	Rp 852,838,629,709	Rp 1,137,118,172,945	Rp 1,700,183,576,945	Rp 1,700,183,576,945	0.035	Rp 39,753,865,420	Rp 59,438,737,956	Rp 1,149,857,423,346
TOTAL								Rp 3,719,165,012,143	Rp 4,869,022,435,489	

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Dari tabel 5.20, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Cost (biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan tol)
=Rp 3.719.165.012.143
- Benefit (tarif tol)
= Rp 4.869.022.435.489
- $BCR = \frac{Rp\ 4.869.022.435.489}{Rp\ 3.719.165.012.143} = 1,31 > 1$

Karena nilai $BCR > 1$ maka proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara finansial.

5.3.3. Analisa *Net Present Value* (NPV)

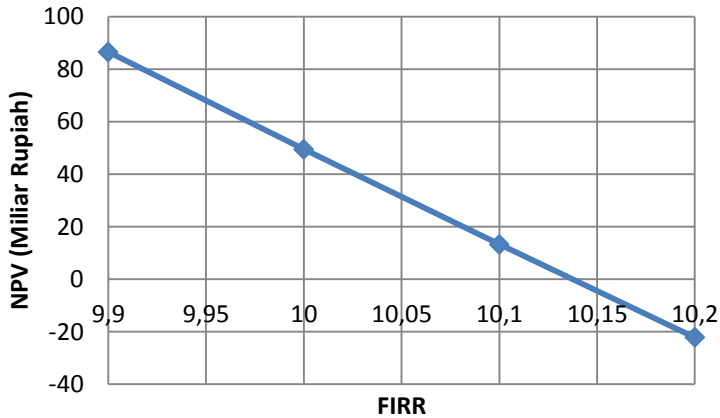
Analisa *net present value* bertujuan untuk mengetahui apakah suatu proyek tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 mempunyai manfaat dalam suatu periode analisis. Perhitungan analisa NPV dilakukan dengan menghitung selisih dari *present worth benefit* dan *present worth cost*. Dari tabel 5.20, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Cost (biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan tol)
= Rp 3.719.165.012.143
- Benefit (tarif tol)
= Rp 4.869.022.435.489
- NPV
= Rp 4.869.022.435.489- Rp 3.719.165.012.143
= Rp 1.149.857.423.346

Karena nilai $NPV > 0$ maka proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara finansial.

5.3.4. Analisa *Financial Internal Rate of Return* (FIRR)

Perhitungan analisa *financial internal rate of return* dilakukan dengan cara mencoba beberapa suku bunga sehingga menghasilkan NPV yang mendekati 0.



Gambar 5.2 Financial Internal Rate of Return

Dari gambar 5.2 menunjukkan bahwa nilai IRR yang menghasilkan NPV mendekati 0 adalah 10,14% > suku bunga yang berlaku sekarang yaitu 7,74%. Oleh karena itu proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 “LAYAK” secara finansial.

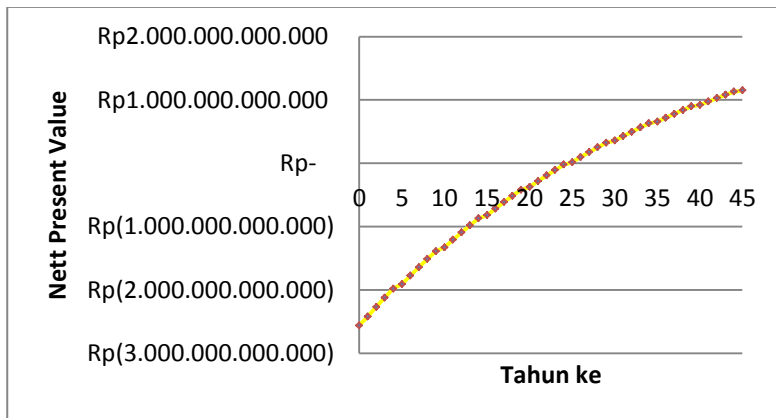
5.3.5. Analisa Payback Period

Tabel 5.21 Cash flow

Tahun ke-	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	c	d = c-b
0	Rp2.563.693.464.262		Rp(2.563.693.464.262)
1	Rp 24.859.664.900	Rp167.426.478.324	Rp(2.421.126.650.839)
2	Rp 24.347.020.306	Rp174.645.335.068	Rp(2.270.828.336.077)
3	Rp 23.844.947.234	Rp170.260.387.961	Rp(2.124.412.895.350)
4	Rp 23.353.227.682	Rp165.988.425.633	Rp(1.981.777.697.399)
5	Rp 91.486.592.580	Rp161.826.465.912	Rp(1.911.437.824.067)
6	Rp 22.399.999.520	Rp157.771.607.041	Rp(1.776.066.216.546)
7	Rp 21.938.077.016	Rp153.821.025.460	Rp(1.644.183.268.102)
8	Rp 21.485.680.066	Rp149.971.973.671	Rp(1.515.696.974.497)
9	Rp 21.042.612.238	Rp146.221.778.142	Rp(1.390.517.808.593)
10	Rp 82.434.724.607	Rp142.567.837.285	Rp(1.330.384.695.914)
11	Rp 20.183.698.393	Rp139.007.619.480	Rp(1.211.560.774.827)
12	Rp 19.767.479.433	Rp135.538.661.160	Rp(1.095.789.593.100)
13	Rp 19.359.843.550	Rp132.158.564.947	Rp (982.990.871.703)
14	Rp 18.960.613.746	Rp128.864.997.840	Rp (873.086.487.609)
15	Rp 74.278.466.706	Rp125.655.689.453	Rp (821.709.264.862)
16	Rp 18.186.682.569	Rp122.528.430.303	Rp (717.367.517.128)
17	Rp 17.811.645.152	Rp119.481.070.145	Rp (615.698.092.136)
18	Rp 17.444.341.585	Rp116.511.516.352	Rp (516.630.917.369)
19	Rp 17.084.612.384	Rp113.617.732.344	Rp (420.097.797.410)
20	Rp 66.929.205.410	Rp110.797.736.054	Rp (376.229.266.766)
21	Rp 16.387.255.518	Rp108.049.598.444	Rp (284.566.923.841)
22	Rp 16.049.325.060	Rp105.371.442.056	Rp (195.244.806.844)
23	Rp 15.718.363.248	Rp102.761.439.607	Rp (108.201.730.486)
24	Rp 15.394.226.380	Rp100.217.812.620	Rp (23.378.144.245)
25	Rp 60.307.094.849	Rp 97.738.830.098	Rp 14.053.591.004
26	Rp 14.765.867.408	Rp 95.322.807.227	Rp 94.610.530.823
27	Rp 14.461.372.471	Rp 92.968.104.122	Rp 173.117.262.474
28	Rp 14.163.156.689	Rp 90.673.124.602	Rp 249.627.230.387
29	Rp 13.871.090.576	Rp 88.436.315.007	Rp 324.192.454.819
30	Rp 54.340.189.262	Rp 86.256.163.036	Rp 356.108.428.593
31	Rp 13.304.902.708	Rp 84.131.196.628	Rp 426.934.722.512
32	Rp 13.030.535.114	Rp 82.059.982.867	Rp 495.964.170.265
33	Rp 12.761.825.403	Rp 80.041.126.923	Rp 563.243.471.785
34	Rp 12.498.656.900	Rp 78.073.271.013	Rp 628.818.085.899
35	Rp 48.963.661.347	Rp 76.155.093.404	Rp 656.009.517.956

Tahun ke-	PWC		PWB	PWB-PWC
a	b		c	d = c-b
36	Rp	11.988.488.802	Rp 74.285.307.430	Rp 718.306.336.584
37	Rp	11.741.267.691	Rp 72.462.660.545	Rp 779.027.729.438
38	Rp	11.499.144.660	Rp 70.685.933.398	Rp 838.214.518.175
39	Rp	11.262.014.580	Rp 68.953.938.937	Rp 895.906.442.533
40	Rp	44.119.097.947	Rp 67.265.521.533	Rp 919.052.866.119
41	Rp	10.802.323.542	Rp 65.619.556.133	Rp 973.870.098.709
42	Rp	10.579.562.987	Rp 64.014.947.429	Rp 1.027.305.483.152
43	Rp	10.361.396.097	Rp 62.450.629.063	Rp 1.079.394.716.118
44	Rp	10.147.728.145	Rp 60.925.562.836	Rp 1.130.172.550.809
45	Rp	39.753.865.420	Rp 59.438.737.956	Rp 1.149.857.423.346

Sumber: Hasil perhitungan, 2018



Gambar 5. 3 Payback Period Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2 dan 3

Analisa *payback period* dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Gambar 5.3, tabel dan gambar menunjukkan bahwa *payback period* terjadi pada tahun ke 25 setelah pengoperasian jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 itu karena nilai NPV pada tahun ke 25 sudah bernilai positif. Karena *payback period* kurang dari masa konsesi yaitu 45 tahun maka proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo “LAYAK” secara finansial.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil analisa dan pembahasan di Bab V adalah:

- a. Kapasitas jalan nasional Pasuruan – Probolinggo sebesar 6664 skr/jam. Sebelum adanya pembangunan jalan tol, DS mencapai 0,841 pada tahun 2016, sedangkan setelah adanya pembangunan jalan tol, DS mencapai 0,781 pada tahun 2033. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kinerja jalan nasional Pasuruan – Probolinggo setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.
- b. Penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) sebesar Rp 57.246.270.084.312 selama 45 tahun beroperasinya jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.
- c. Penghematan nilai waktu sebesar Rp 4.980.630.717.623 selama 45 tahun beroperasinya jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3.
- d. Analisa kelayakan teknik berupa kontrol alinemen horizontal telah memenuhi dengan jari-jari tikungan minimum sebesar 590,55 m. Dari analisa kelayakan ekonomi diperoleh nilai $BCRe = 2,66$, nilai $NPVe = \text{Rp } 6.169.069.688.234$ dan $EIRR = 18,93\%$. Dari analisa kelayakan finansial diperoleh nilai $BCRf = 1,31$, nilai $NPVf = \text{Rp } 1.149.857.423.346$, $FIRR = 10,14\%$ dan *payback period* pada tahun ke 25 setelah jalan tol Pasuruan – Probolinggo beroperasi. Tarif tol yang digunakan 70% dari BKBOK.

Berdasarkan hasil di atas, maka jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dan 3 layak dilaksanakan.

6.2. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik, antara lain:

1. Lebih teliti dalam pengambilan data baik data primer maupun sekunder.
2. Analisa kelayakan teknik hanya dilakukan pada kontrol alinyemen horizontal karena keterbatasan data, diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan analisa kelayakan teknik pada kontrol alinyemen vertikal.
3. Dilakukan analisa kelayakan pada seluruh seksi jalan tol Pasuruan - Probolinggo.

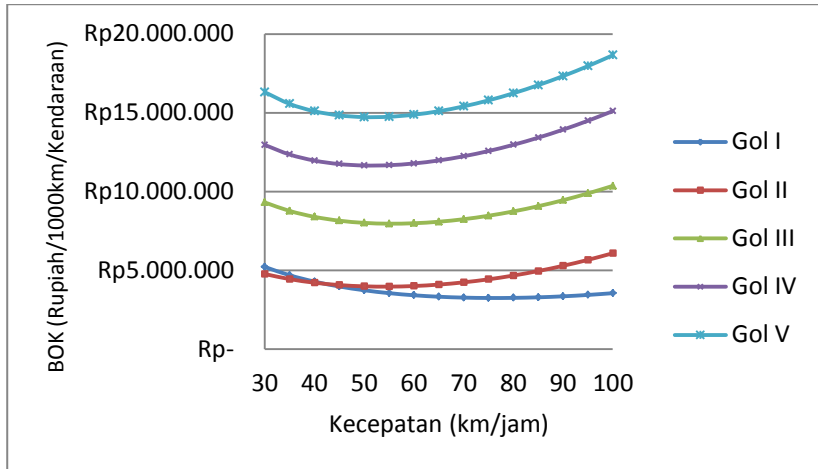
DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2003. **Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003**. Bina Marga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. **Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Untuk Jalan Perkotaan di Indonesia Pd T-18-2005 B**. Bina Marga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2009. **Standar Konstruksi dan Bangunan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009**. Bina Marga. Jakarta.
- F Gunawan, G. M. 2007. **Evaluasi Tarif Tol Seksi A, B, C Semarang**. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Giatman, M. 2011. **Ekonomi Teknik**. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Hendarto, S., Rasyid, H. A., & K, R. H. 2001. **Dasar-Dasar Transportasi**. Bandung: Penerbit ITB.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2014. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Bina Marga. Jakarta.
- Mathofani, A., & Taufik, H. 2015. **Analisa Kelayakan Finansial Proyek Pembangunan Apartemen The Peak Pekanbaru**. Jom FTEKNIK Volume 2 No.1.
- Republik Indonesia. 2004. **Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan**. Lembaga Negara RI Tahun 2004. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2005. **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol**. Sekretariat Negara. Jakarta.

- Republik Indonesia. 2009. **Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan**. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Sukirman, S. 1999. **Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan**. Bandung: Nova.
- Tamin, O. Z. 2000. **Perencanaan dan Permodelan Transportasi**. Bandung: Penerbit ITB.
- Yanuar, M. K. 2017. **Studi Evaluasi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Surabaya - Mojokerto**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

1. Grafik BOK jalan tol



Gambar 1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK) di Jalan Tol

Untuk menentukan kecepatan di jalan tol, menggunakan hasil perhitungan BOK di jalan tol yang paling ekonomis. Dapat dilihat pada grafik di atas, kendaraan golongan I dengan kecepatan 75km/jam menghasilkan BOK yang paling ekonomis di jalan tol. Sedangkan kendaraan golongan II – golongan V dengan kecepatan 55 km/jam menghasilkan BOK yang paling ekonomis di jalan tol, namun digunakan kecepatan 60 km/jam karena kecepatan minimum di jalan tol sebesar 60 km/jam.

2. Kurva Diversi (Model Logit-Binomial)

Model pemilihan rute menggunakan metode kurva diversi model logit-binomial. Metode ini menggunakan penghematan biaya perjalanan yaitu selisih biaya perjalanan menggunakan jalan tol dan menggunakan jalan nasional. Kemudian telah diketahui nilai P yang merupakan prosentasi potensi kendaraan

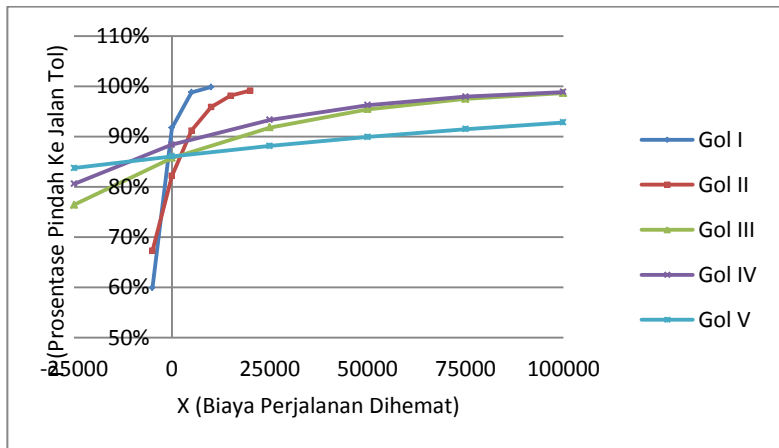
menggunakan jalan tol dan biaya waktu perjalanan sebagai X seperti contoh perhitungan berikut pada golongan I di seksi 2.

- $X = \text{biaya perjalanan jln nasional} - \text{biaya perjalanan jln tol} = \text{Rp } 24.748 - \text{Rp } 23.358 = \text{Rp } 1.391$
- $P = 86,3\% = 0,863$
- $Y = \log_e \left(\frac{P}{1-P} \right) = \ln \left(\frac{0,863}{1-0,863} \right) = 1,8481$
- $b = \frac{(2 \times 1397,03) - (7843 \times 1,67)}{(2 \times 43571653,38) - 7843^2} = -0,0004$
- $a = 0,83 - (-0,0004 \times 3921,74) = 2,406$
- $P = \frac{\exp(2,406 - 0,0004(1391))}{1 + \exp(2,406 - 0,0004(1391))} = 0.8639 = 86,39\%$

Tabel 1. Perhitungan Logit-Binomial Untuk Golongan I

Segmen Jalan	BP Jln Nas	BP Jln Tol	X	P	Y	XY	X ²	exp (a+bX)	P
Seksi 2	Rp 24.748	Rp 23.358	Rp 1.391	0,8639	1,8481	2570,2152	1934225,6045	6,3475	86,39%
Seksi 3	Rp 43.351	Rp 36.898	Rp 6.453	0,4547	-0,1818	-1173,1889	41637427,7794	0,8338	45,47%
			Rp 7.843		1,67	1397,03	43571653,38		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 2. Kurva Diversi Model Logit Binomial Nisbah Biaya Perjalanan

Berdasarkan kurva pada Gambar 2 terlihat bahwa semakin banyak biaya perjalanan yang dihemat, semakin besar prosentase pindah ke jalan tol. Sebanyak 91,7% pengendara golongan I akan memilih jalan tol Pasuruan – Probolinggo meskipun biaya perjalanan menggunakan jalan nasional sama dengan biaya perjalanan menggunakan jalan tol. Kurva diversifikasi untuk kendaraan golongan yang lain disajikan pada grafik di atas menunjukkan sebanyak 82,2% pengendara golongan II, pengendara golongan III sebanyak 85,7%, pengendara golongan IV sebanyak 88,4% dan pengendara golongan V sebanyak 86,1% akan memilih berpindah ke jalan tol Pasuruan – Probolinggo meskipun biaya perjalanan menggunakan jalan nasional sama dengan biaya perjalanan menggunakan jalan tol.

Perhitungan prosentase potensi kendaraan pindah ke jalan tol untuk golongan II-V dilakukan dengan langkah yang sama seperti perhitungan untuk golongan I. Hasil perhitungan prosentasi potensi kendaraan pindah ke jalan tol dirangkum dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Prosentase kendaraan pindah ke jalan tol.

Segmen Jalan	P				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
Seksi 2	86,4%	77,5%	81,3%	84,7%	85,0%
Seksi 3	45,5%	55,0%	72,1%	74,8%	82,1%

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

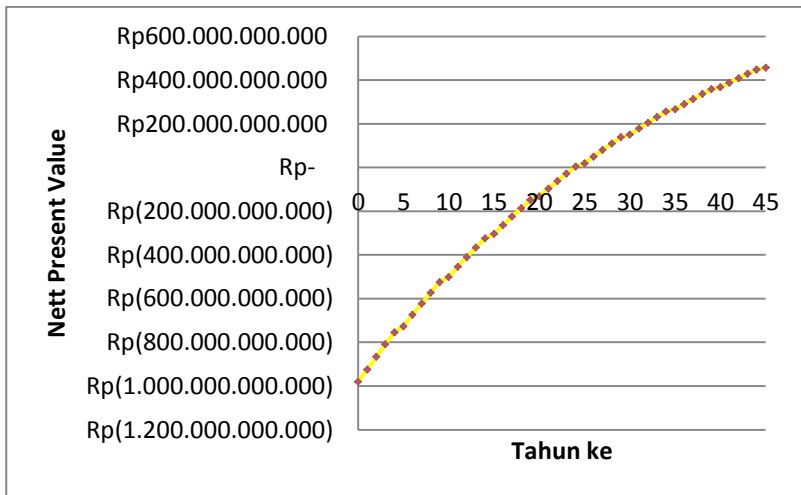
3. Analisa Payback Period Tiap Seksi Jalan Tol

Tabel 3. Cash Flow Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2

Tahun ke-	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	c	d = c-b
0	Rp979.830.289.661	Rp -	Rp(979.830.289.661)
1	Rp 9.501.234.449	Rp64.833.270.176	Rp(924.498.253.934)
2	Rp 9.305.304.356	Rp67.612.371.000	Rp(866.191.187.289)
3	Rp 9.113.414.642	Rp65.898.901.019	Rp(809.405.700.913)
4	Rp 8.925.481.990	Rp64.229.971.118	Rp(754.101.211.785)
5	Rp 34.965.699.198	Rp62.604.396.357	Rp(726.462.514.626)
6	Rp 8.561.163.151	Rp61.021.023.959	Rp(674.002.653.818)
7	Rp 8.384.618.776	Rp59.478.732.433	Rp(622.908.540.162)
8	Rp 8.211.715.018	Rp57.976.430.700	Rp(573.143.824.481)
9	Rp 8.042.376.802	Rp56.513.057.261	Rp(524.673.144.022)
10	Rp 31.506.122.403	Rp55.087.579.380	Rp(501.091.687.045)
11	Rp 7.714.104.404	Rp53.698.992.288	Rp(455.106.799.161)
12	Rp 7.555.027.685	Rp52.346.318.415	Rp(410.315.508.431)
13	Rp 7.399.231.374	Rp51.028.606.642	Rp(366.686.133.163)
14	Rp 7.246.647.822	Rp49.744.931.567	Rp(324.187.849.418)
15	Rp 28.388.843.113	Rp48.494.392.805	Rp(304.082.299.726)
16	Rp 6.950.855.357	Rp47.276.114.294	Rp(263.757.040.789)
17	Rp 6.807.518.010	Rp46.089.243.626	Rp(224.475.315.172)
18	Rp 6.667.136.499	Rp44.932.951.401	Rp(186.209.500.271)
19	Rp 6.529.649.872	Rp43.806.430.591	Rp(148.932.719.551)
20	Rp 25.579.993.723	Rp42.708.895.929	Rp(131.803.817.346)
21	Rp 6.263.123.710	Rp41.639.583.306	Rp (96.427.357.750)
22	Rp 6.133.968.449	Rp40.597.749.195	Rp (61.963.577.004)
23	Rp 6.007.476.568	Rp39.582.670.087	Rp (28.388.383.484)
24	Rp 5.883.593.145	Rp38.593.641.939	Rp 4.321.665.309
25	Rp 23.049.057.556	Rp37.629.979.639	Rp 18.902.587.392
26	Rp 5.643.437.619	Rp36.691.016.495	Rp 49.950.166.268
27	Rp 5.527.061.240	Rp35.776.103.721	Rp 80.199.208.749
28	Rp 5.413.084.721	Rp34.884.609.955	Rp 109.670.733.983
29	Rp 5.301.458.574	Rp34.015.920.776	Rp 138.385.196.185
30	Rp 20.768.537.318	Rp33.169.438.245	Rp 150.786.097.112
31	Rp 5.085.064.520	Rp32.344.580.453	Rp 178.045.613.045
32	Rp 4.980.202.654	Rp31.540.781.082	Rp 204.606.191.473
33	Rp 4.877.503.202	Rp30.757.488.979	Rp 230.486.177.250
34	Rp 4.776.921.571	Rp29.994.167.746	Rp 255.703.423.425
35	Rp 18.713.656.351	Rp29.250.295.331	Rp 266.240.062.405

Tahun ke-	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	c	d = c-b
36	Rp 4.581.937.981	Rp28.525.363.644	Rp 290.183.488.067
37	Rp 4.487.451.360	Rp27.818.878.167	Rp 313.514.914.874
38	Rp 4.394.913.199	Rp27.130.357.595	Rp 336.250.359.271
39	Rp 4.304.283.317	Rp26.459.333.468	Rp 358.405.409.422
40	Rp 16.862.089.452	Rp25.805.349.823	Rp 367.348.669.793
41	Rp 4.128.591.797	Rp25.167.962.858	Rp 388.388.040.854
42	Rp 4.043.453.872	Rp24.546.740.594	Rp 408.891.327.576
43	Rp 3.960.071.623	Rp23.941.262.563	Rp 428.872.518.515
44	Rp 3.878.408.845	Rp23.351.119.484	Rp 448.345.229.154
45	Rp 15.193.720.315	Rp22.775.912.969	Rp 455.927.421.808

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 3. Payback Period Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 2

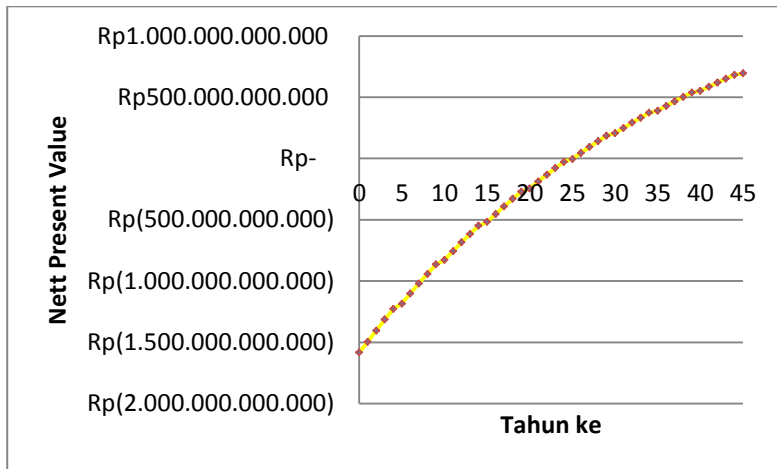
Analisa *payback period* di jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 2 dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.. Ditunjukkan *payback period* terjadi pada tahun ke 24 karena nilai NPV pada tahun ke 24 sudah bernilai positif.

Tabel 4. Cash Flow Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 3

Tahun ke-	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	c	d = c-b
0	Rp1.583.863.174.601	Rp -	Rp(1.583.863.174.601)
1	Rp 15.358.430.451	Rp102.593.208.147	Rp(1.496.628.396.905)
2	Rp 15.041.715.951	Rp107.032.964.068	Rp(1.404.637.148.788)
3	Rp 14.731.532.592	Rp104.361.486.942	Rp(1.315.007.194.437)
4	Rp 14.427.745.692	Rp101.758.454.514	Rp(1.227.676.485.615)
5	Rp 56.520.893.382	Rp 99.222.069.556	Rp(1.184.975.309.441)
6	Rp 13.838.836.368	Rp 96.750.583.081	Rp(1.102.063.562.728)
7	Rp 13.553.458.240	Rp 94.342.293.028	Rp(1.021.274.727.940)
8	Rp 13.273.965.048	Rp 91.995.542.972	Rp (942.553.150.016)
9	Rp 13.000.235.436	Rp 89.708.720.881	Rp (865.844.664.571)
10	Rp 50.928.602.203	Rp 87.480.257.905	Rp (829.293.008.869)
11	Rp 12.469.593.989	Rp 85.308.627.192	Rp (756.453.975.665)
12	Rp 12.212.451.748	Rp 83.192.342.745	Rp (685.474.084.669)
13	Rp 11.960.612.176	Rp 81.129.958.305	Rp (616.304.738.540)
14	Rp 11.713.965.924	Rp 79.120.066.272	Rp (548.898.638.192)
15	Rp 45.889.623.592	Rp 77.161.296.647	Rp (517.626.965.137)
16	Rp 11.235.827.212	Rp 75.252.316.009	Rp (453.610.476.339)
17	Rp 11.004.127.143	Rp 73.391.826.519	Rp (391.222.776.963)
18	Rp 10.777.205.086	Rp 71.578.564.951	Rp (330.421.417.099)
19	Rp 10.554.962.512	Rp 69.811.301.752	Rp (271.165.077.858)
20	Rp 41.349.211.687	Rp 68.088.840.125	Rp (244.425.449.420)
21	Rp 10.124.131.808	Rp 66.410.015.138	Rp (188.139.566.090)
22	Rp 9.915.356.611	Rp 64.773.692.860	Rp (133.281.229.841)
23	Rp 9.710.886.680	Rp 63.178.769.519	Rp (79.813.347.002)
24	Rp 9.510.633.234	Rp 61.624.170.682	Rp (27.699.809.555)
25	Rp 37.258.037.293	Rp 60.108.850.459	Rp (4.848.996.388)
26	Rp 9.122.429.789	Rp 58.631.790.733	Rp 44.660.364.555
27	Rp 8.934.311.231	Rp 57.192.000.401	Rp 92.918.053.725
28	Rp 8.750.071.968	Rp 55.788.514.648	Rp 139.956.496.404
29	Rp 8.569.632.002	Rp 54.420.394.231	Rp 185.807.258.634
30	Rp 33.571.651.944	Rp 53.086.724.791	Rp 205.322.331.481
31	Rp 8.219.838.188	Rp 51.786.616.175	Rp 248.889.109.467
32	Rp 8.050.332.460	Rp 50.519.201.786	Rp 291.357.978.793
33	Rp 7.884.322.201	Rp 49.283.637.944	Rp 332.757.294.536
34	Rp 7.721.735.329	Rp 48.079.103.268	Rp 373.114.662.474
35	Rp 30.250.004.996	Rp 46.904.798.073	Rp 389.769.455.552

Tahun ke-	PWC	PWB	PWB-PWC
a	b	c	d = c-b
36	Rp 7.406.550.821	Rp 45.759.943.787	Rp 428.122.848.517
37	Rp 7.253.816.331	Rp 44.643.782.377	Rp 465.512.814.563
38	Rp 7.104.231.462	Rp 43.555.575.803	Rp 501.964.158.904
39	Rp 6.957.731.263	Rp 42.494.605.469	Rp 537.501.033.111
40	Rp 27.257.008.495	Rp 41.460.171.710	Rp 551.704.196.325
41	Rp 6.673.731.746	Rp 40.451.593.275	Rp 585.482.057.855
42	Rp 6.536.109.114	Rp 39.468.206.835	Rp 618.414.155.576
43	Rp 6.401.324.474	Rp 38.509.366.500	Rp 650.522.197.602
44	Rp 6.269.319.300	Rp 37.574.443.352	Rp 681.827.321.655
45	Rp 24.560.145.105	Rp 36.662.824.987	Rp 693.930.001.537

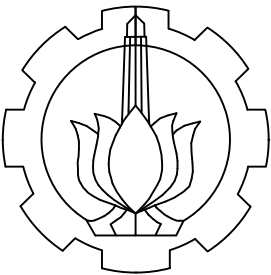
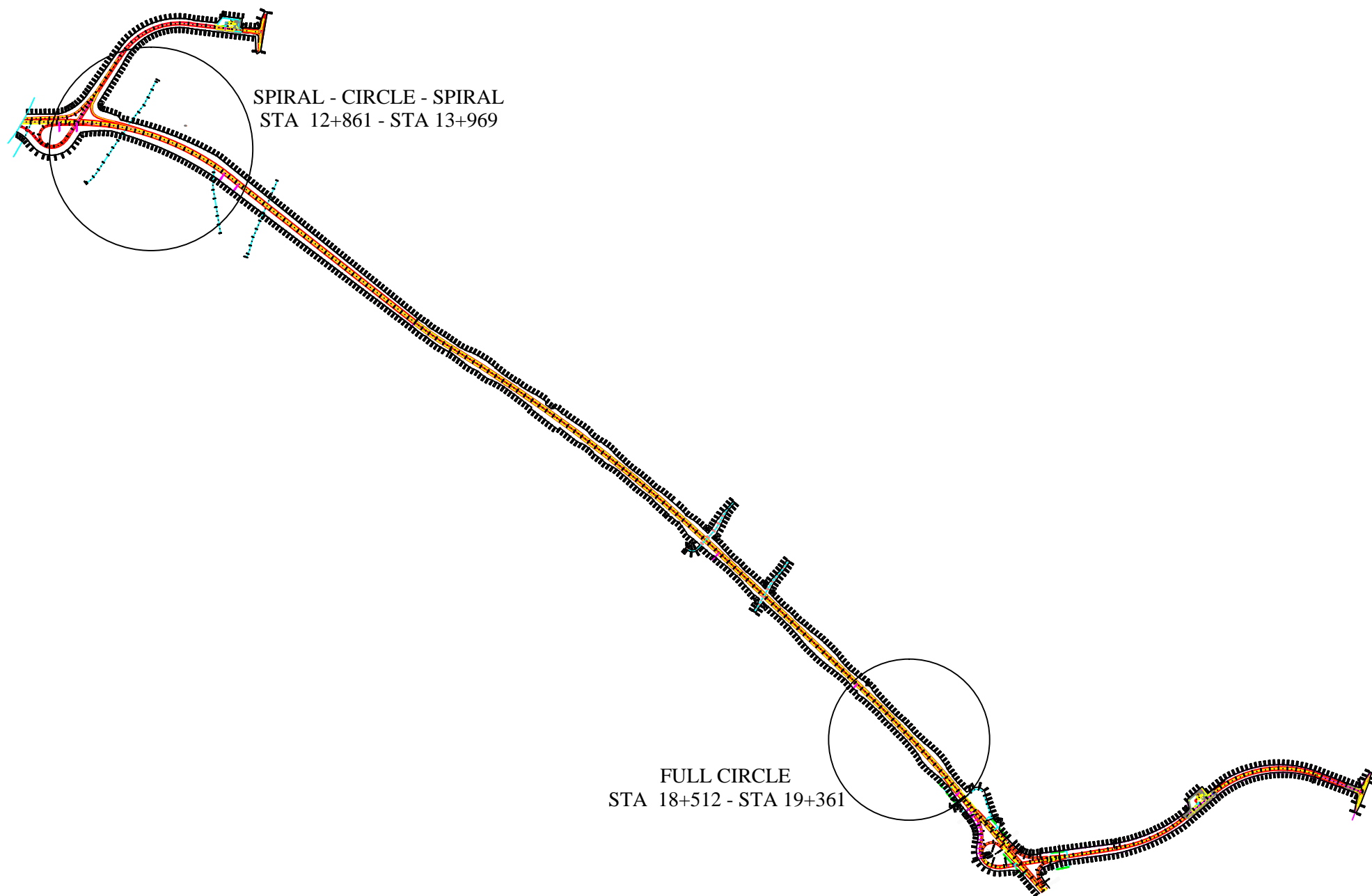
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4. Payback Period Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 3

Analisa *payback period* di jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 3 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.. Ditunjukkan *payback period* terjadi pada tahun ke 26 karena nilai NPV pada tahun ke 24 sudah bernilai positif.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
2018

JUDUL
TUGAS AKHIR TERAPAN

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO
SEKSI 2 DAN 3

DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST, MT
NIP : 19770218 2005012 002

NAMA MAHASISWA

INDRIANI RETY HABSARI
NRP : 10111410000043

JUDUL GAMBAR

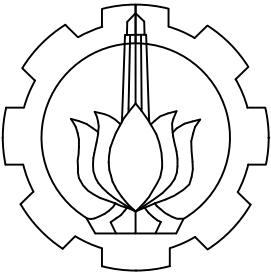
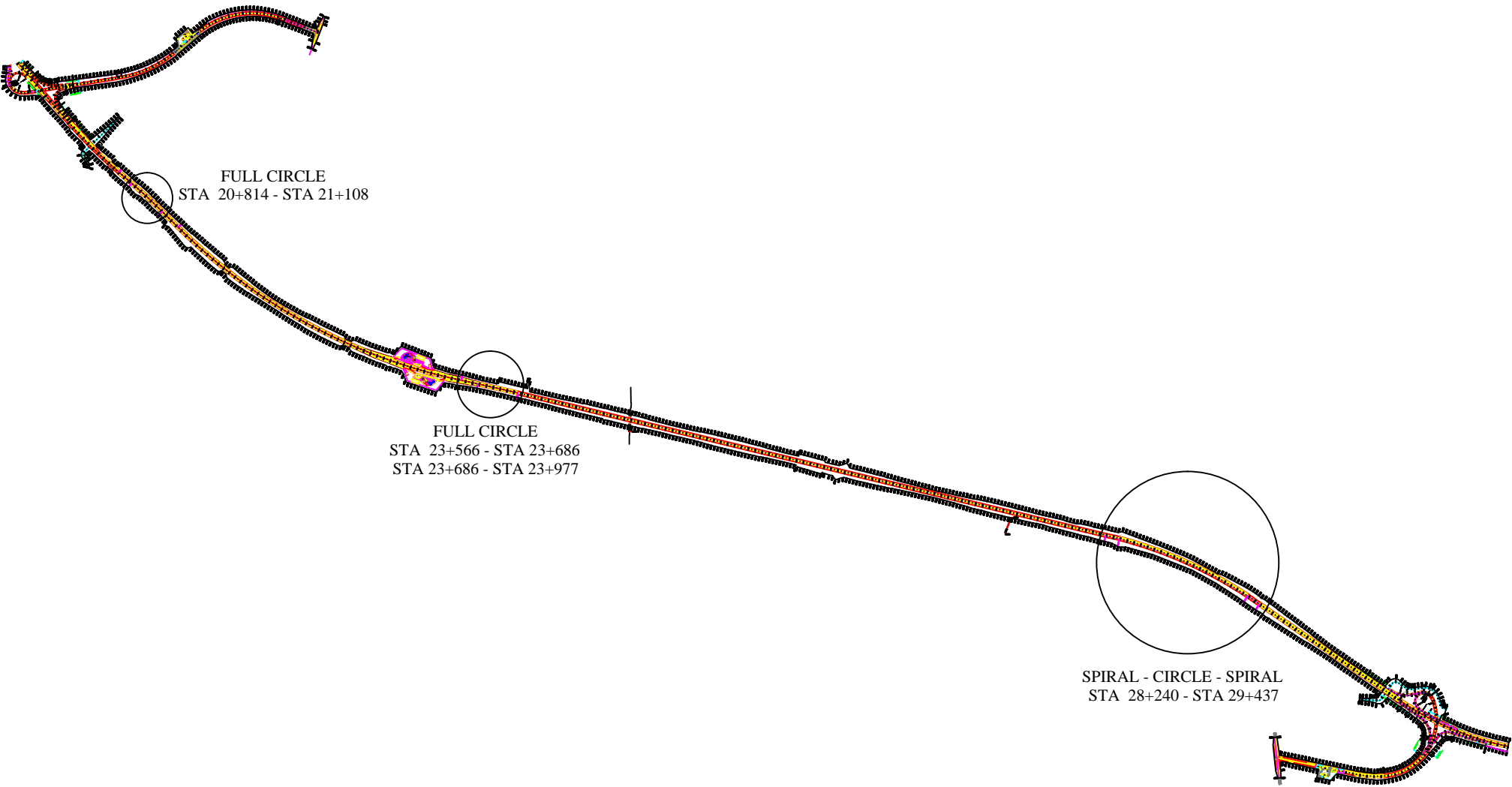
TRASE JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO SEKSI 2

SKALA GAMBAR

1:3000

NOMOR GAMBAR

01



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
2018

JUDUL
TUGAS AKHIR TERAPAN

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO
SEKSI 2 DAN 3

DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST, MT
NIP : 19770218 2005012 002

NAMA MAHASISWA

INDRIANI RETY HABSARI
NRP : 10111410000043

JUDUL GAMBAR

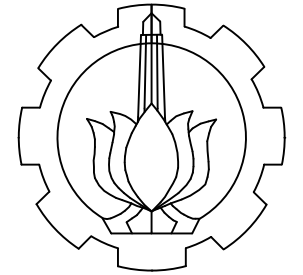
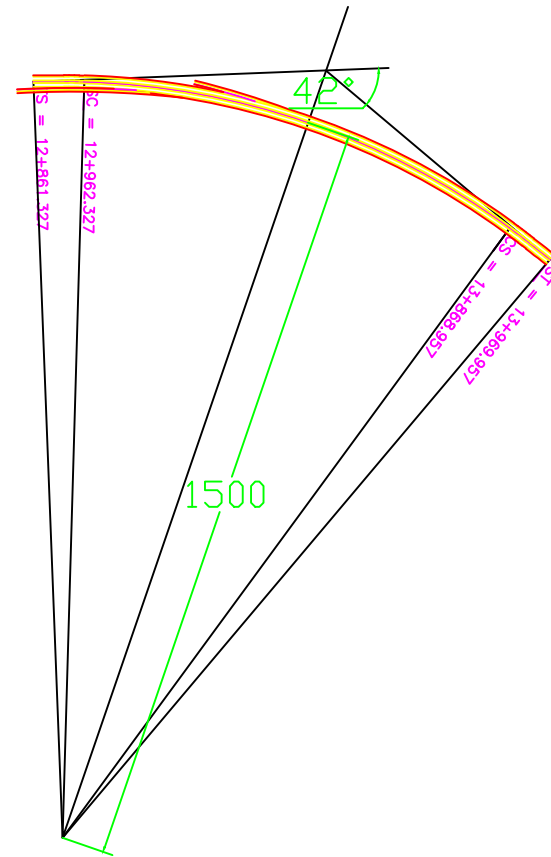
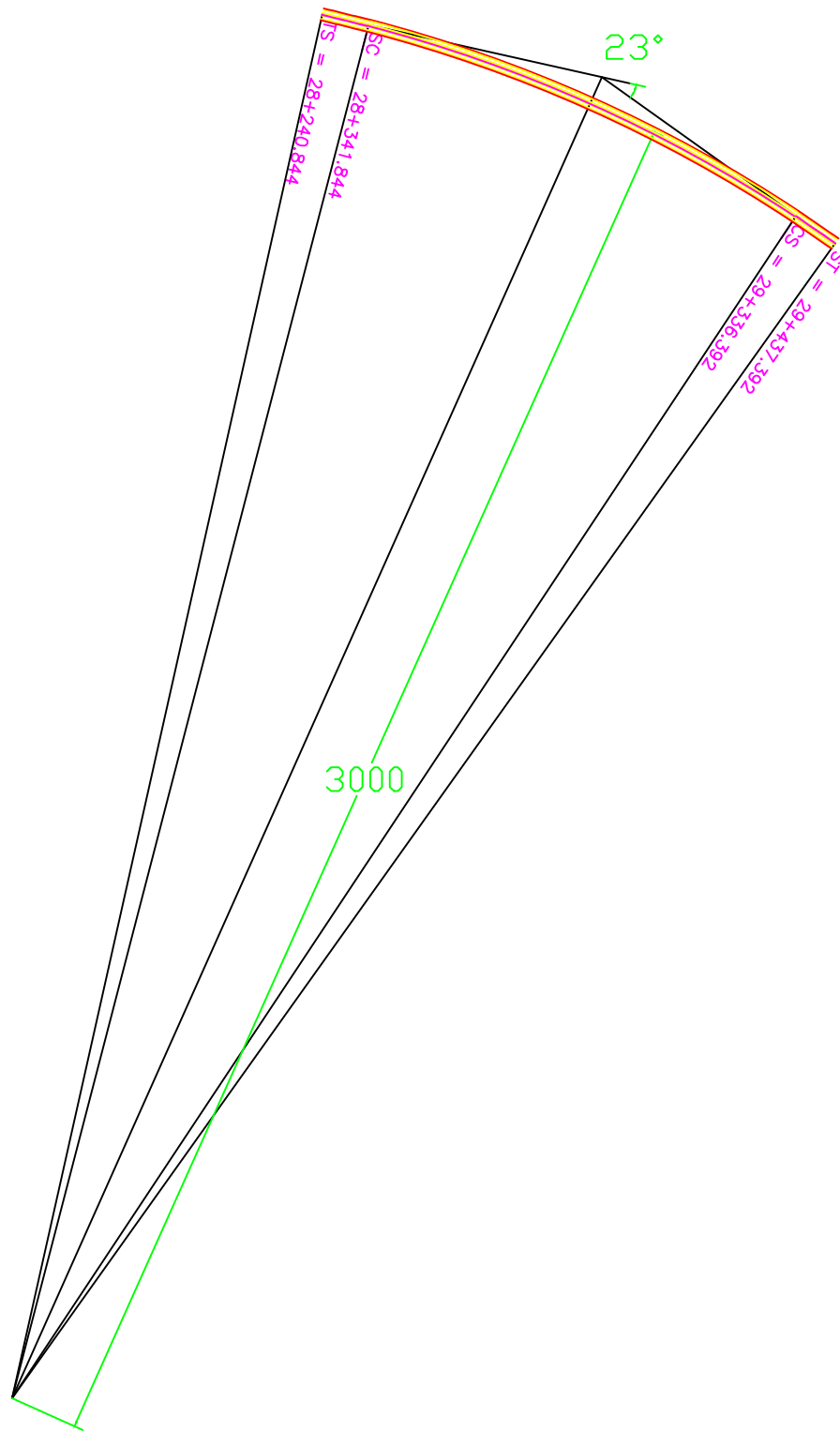
TRASE JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO SEKSI 3

SKALA GAMBAR

1:4000

NOMOR GAMBAR

02



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
2018

JUDUL
TUGAS AKHIR TERAPAN

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO
SEKSI 2 DAN 3

DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST, MT
NIP : 19770218 2005012 002

NAMA MAHASISWA

INDRIANI RETY HABSARI
NRP : 10111410000043

JUDUL GAMBAR

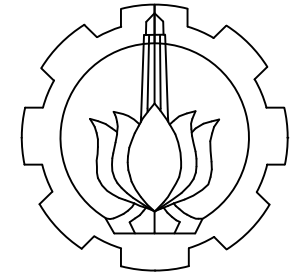
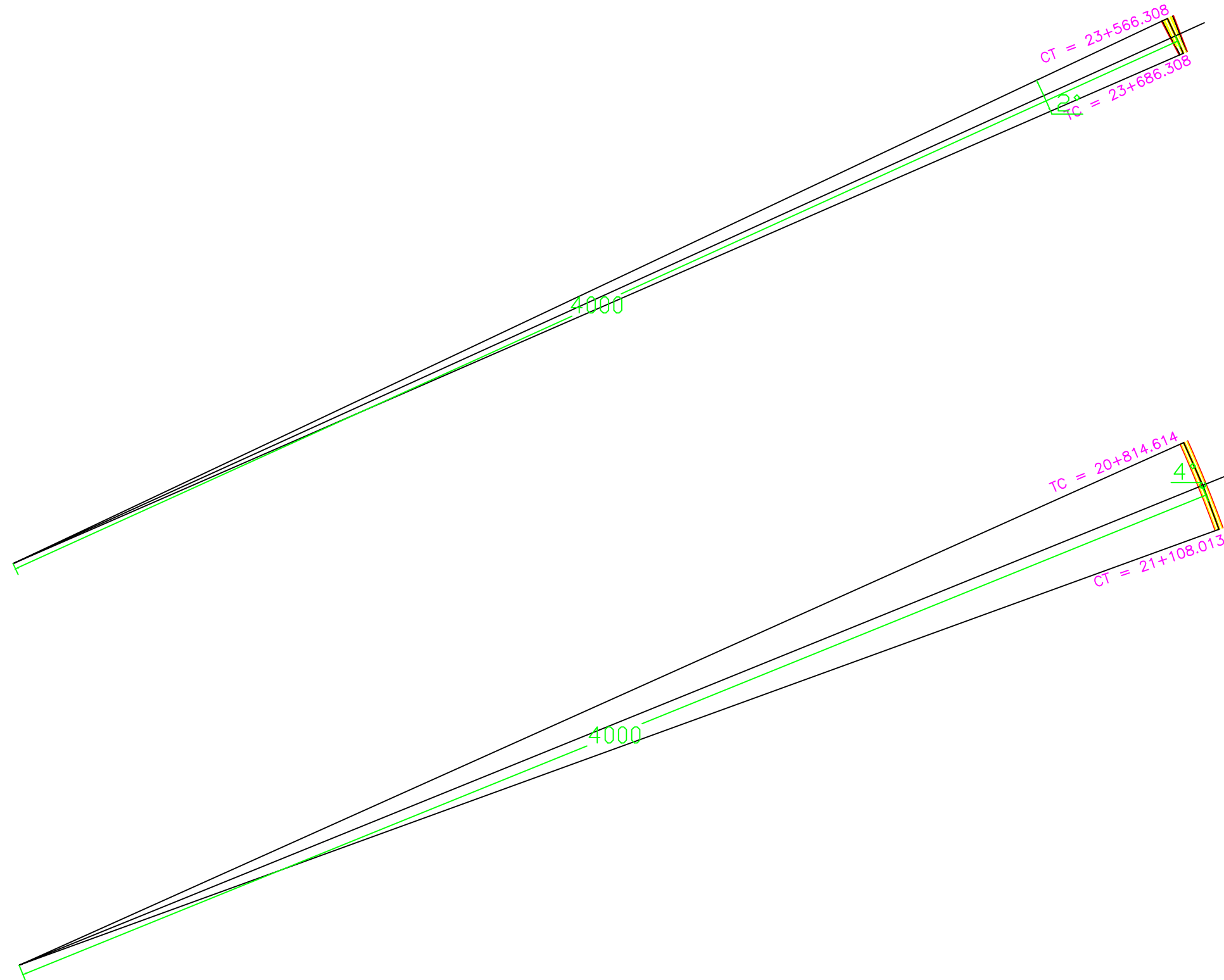
TIKUNGAN
SPIRAL - CIRCLE - SPIRAL
STA 28+240 - STA 29+437
DAN
STA 12+861 - STA 13+969

SKALA GAMBAR

1:1500

NOMOR GAMBAR

03



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
2018

JUDUL
TUGAS AKHIR TERAPAN

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO
SEKSI 2 DAN 3

DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST, MT
NIP : 19770218 2005012 002

NAMA MAHASISWA

INDRIANI RETY HABSARI
NRP : 10111410000043

JUDUL GAMBAR

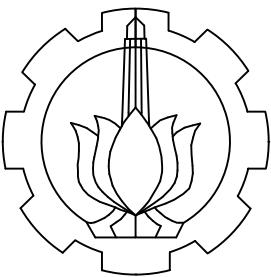
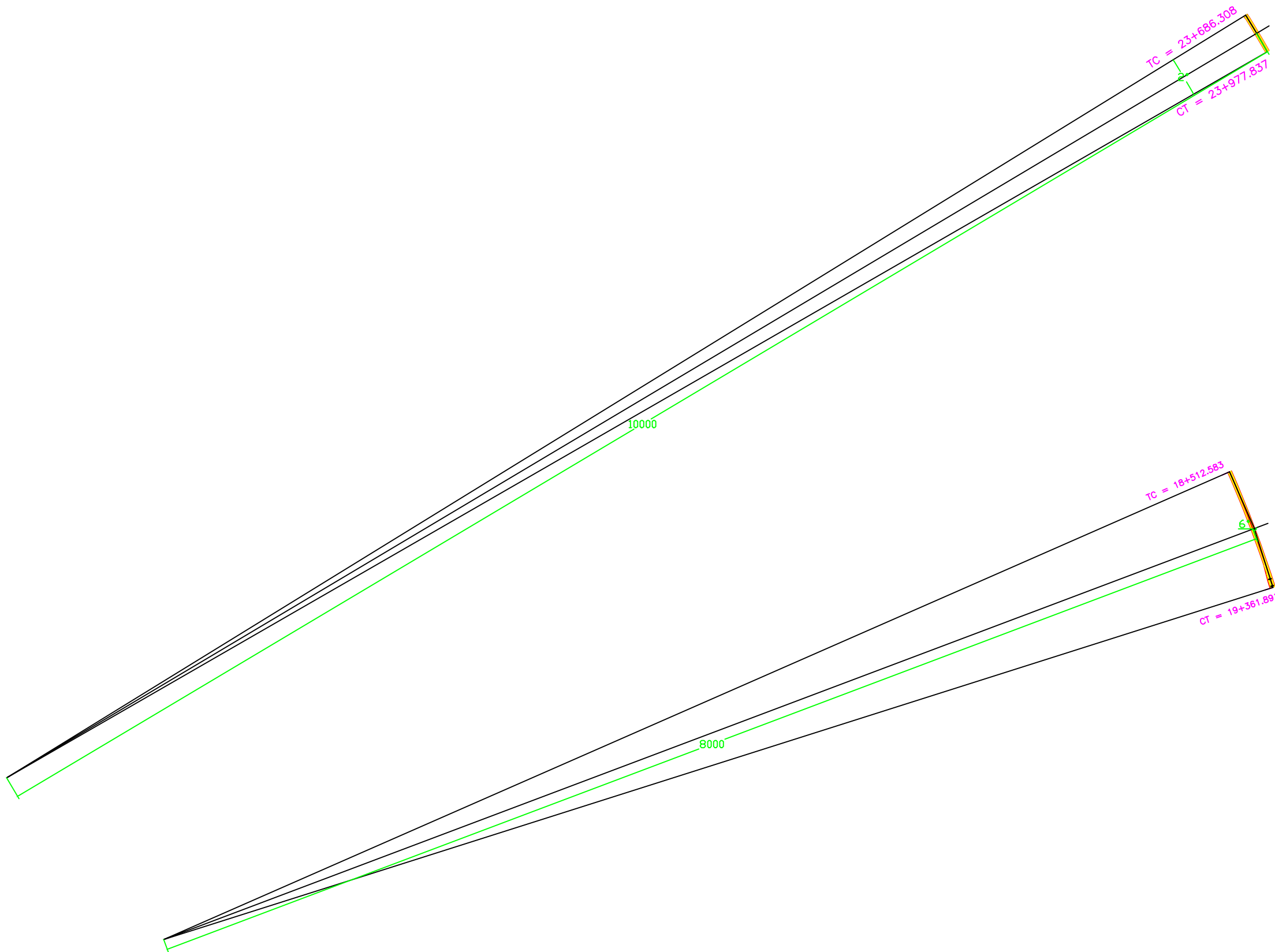
TIKUNGAN FULL CIRCLE
STA 23+566 - STA 23+686
DAN
STA 20+814 - STA 21+108

SKALA GAMBAR

1:1500

NOMOR GAMBAR

04



TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER SURABAYA
2018

JUDUL
TUGAS AKHIR TERAPAN

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN
JALAN TOL PASURUAN -
PROBOLINGGO
SEKSI 2 DAN 3

DOSEN PEMBIMBING

IR. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP : 19541002 198512 1 001

AMALIA FIRDAUS MAWARDI, ST, MT
NIP : 19770218 2005012 002

NAMA MAHASISWA

INDRIANI RETY HABSARI
NRP : 10111410000043

JUDUL GAMBAR

TIKUNGAN
SPIRAL - CIRCLE - SPIRAL
STA 23+686 - STA 23+977
DAN
STA 18+512 - STA 19+361

SKALA GAMBAR

1:3000

NOMOR GAMBAR

05

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Indriani Rety Habsari. Lahir di Bangkalan pada tanggal 30 Maret 1996. Penulis merupakan anak ke-tiga dari 3 bersaudara. Saat ini, penulis tinggal di Kampung Panci'an RT.01/RW.02 No.32, Kelurahan Bancaran, Kecamatan/Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis yaitu TK YKK 1 Bangkalan tahun 2001-2002, SDN

Pejagan 2 Bangkalan tahun 2002-2008, SMPN 1 Bangkalan tahun 2008-2011, SMAN 1 Bangkalan tahun 2011-2014. Setelah lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan di D-IV Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 10111410000043. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi HMDS ITS, menjadi bendahara di ITS EXPO 2016 dan mengikuti kerja praktek di proyek jalan tol Solo - Kertosono seksi 3. Penulis dapat dihubungi melalui email indrianirety@gmail.com .